

المعالجات الدقيقة *Microprocessors*

Intel80186 - Intel8086 - Z80 - Intel8085
Pentium - Intel80486 - Intel80386 - Intel80286

البرمجة... والمواجهة... والتطبيق

تأليف

أ.د. محمد إبراهيم العديوي

أستاذ ورئيس قسم الاتصالات والإلكترونيات

كلية الهندسة - جامعة حلوان

الطبعة الأولى: ١٩٩٠

الفصل الأول

عصر الميكروبروسيسور

Century of Microprocessor

1-1 عصر الميكروبروسيسور Century Of Microprocessor

لقد كان للتقدم النشط فى علوم الإلكترونيات والسرعة الهائلة التى يمكن أن تنفذ بها العمليات الحسابية والتعقيد الذى وصلت إليه عملية بناء الشرائح الإلكترونية (الدوائر التكاملية) الأثر الكبير فى جميع نواحي الحياة وعلى الكثير من العلوم المختلفة . كما أن الطفرة الأخيرة التى حدثت فى علوم الحاسبات يرجع الفضل فيها أساسا إلى التقدم فى علوم الإلكترونيات والتكنولوجيا الحديثة والمتطورة فى تصنيع الدوائر التكاملية Integrated circuits ، فما هى الدائرة التكاملية إذن؟ لكى نعرف ما هى الدائرة التكاملية تعال نرجع إلى الوراء فى التاريخ وبالتحديد فى بداية الخمسينات عندما تم اكتشاف الترانزيستور . فى هذا الوقت كانت الدوائر الإلكترونية تبنى أو تصمم باستخدام الصمامات المفرغة التى كان منها ما يكافئ الترانزيستور ومنها ما يكافئ الداود على سبيل المثال وكان أى صمام من هذه الصمامات عبارة عن اسطوانة زجاجية مفرغة من الهواء يبلغ قطرها حوالى ثلاثة سنتيمترات وارتفاعها حوالى سبعة سنتيمترات وكانت هذه الصمامات تحتاج لتشغيلها إلى فرق جهد مستمر d.c عالى يبلغ فوق 200 فولت ، ولذلك كانت هذه الصمامات تشع الكثير من الحرارة مما كان يتطلب الكثير من وسائل التبريد لها. لذلك كانت جميع الأجهزة الإلكترونية فى هذا الوقت تعرف بكبر حجمها ، فلك أن تتخيل مثلا أن جهاز حاسب شخصى من أبسط الأجهزة المعروفة الآن ربما كان يشغل حجرتين كاملتين متوسطتى الحجم لو أنه بنى بهذه الصمامات .

باكتشاف أشباه الموصلات وظهور الترانزيستور أخذت أحجام الدوائر الإلكترونية والفراغ الذى تشغله فى الانكماش ، ومنذ ذلك الحين بدأت عجلة التطور فى بناء الدوائر الإلكترونية فى الدوران وأصبح المصممون لا يكتفون ببناء ترانزيستور واحد على نفس شريحة شبه الموصل ولكن بدعوا فى وضع أكثر من ترانزيستور على نفس القطعة ، ثم أضافوا لهذا العدد من الترانزستورات بعض المكونات الأخرى مثل المقاومات والمكثفات ، ثم قاموا بتوصيل هذه المكونات مع الترانزستورات الموجودة على نفس الشريحة للحصول على دائرة إلكترونية تؤدي وظيفة معينة ، هذه الدائرة الإلكترونية المبنية على شريحة واحدة لأداء هدف أو وظيفة معينة هى ما يسمى بالدائرة التكاملية . فى بداية الستينات كان كل ما تمكنت منه التكنولوجيا فى ذلك الوقت هو بناء أو تجميع حوالى عشرة ترانزستورات على نفس الشريحة واستخدمت هذه فى بناء دوائر البوابات المنطقية مثل بوابة AND وبوابة OR وبوابة NOT وغيرها وسميت هذه الدوائر بدوائر التكامل الصغير (SSI) Small Scale Integration .

بعد ذلك أخذت تكنولوجيا بناء الدوائر التكاملية فى التطور السريع حيث تمكن المصممون من زيادة كثافة المكونات على نفس الشريحة فظهرت الدوائر ذات التكامل المتوسط Medium Scale Integration (MSI) والتي منها على سبيل المثال دوائر العدادات counters ومسجلات الإزاحة shift registers والكثير من المكبرات التماثلية analog amplifiers المتعددة الأغراض ، ولم يقف الأمر عند هذا الحد بل ظهرت بعد ذلك الدوائر عالية التكامل Large Scale Integration (LSI) والتي منها شرائح الذاكرة memory وشرائح المعالجات بجيلها الأول والثانى ، ولم يقف الأمر عند هذا الحد أيضا بل ظهرت بعد ذلك الدوائر التكاملية الفائقة التكامل Very Large Scale Integration (VLSI) والتي منها بعض شرائح الذاكرة والأجيال الأخيرة من شرائح المعالجات والتي منها الجيل الثالث والرابع ، ولك أن تتخيل الآن أن عدد الترانزستورات على الشريحة الواحدة التى لا تتعدى مساحتها السنتمتر المربع الواحد قد فاق عدة ملايين من الترانزستورات على نفس الشريحة ، فالمعالج بنتيم برو (آخر أجيال المعالجات هذه الأيام) Pentium Pro يحتوى على 5.5 مليون ترانزستور . ويعلم الله وحده ما سيأتى لنا به المستقبل القريب وإلى أين سيصل هذا العقل البشرى ؟ هذه النعمة التى دائما يحاول الإنسان تقليدها ولكنه دائما سيخفق فى تصنيعها!!

لقد كان ظهور المعالج هو السبب فى الطفرة الأخيرة التى ظهرت فى علوم الحاسبات والتى تركت آثارها بالتالى على جميع العلوم الأخرى بل وأوجدت أو أحييت علوما كانت على وشك النسيان بسبب المقدرة المحدودة على معالجة وتخزين البيانات فى تلك الأوقات ، فمن كان يتخيل مثلا أن عملية التحكم فى أنظمة الطاقة الكهربائية ابتداء من توليدها وانتهاء بتوزيعها على المشتركين من الممكن أن يلعب الحاسب دورا كبيرا فيها ، جميع المصانع الآن لا تخلو من كومبيوتر يتحكم فى أعقد العمليات الصناعية فيها ، بل إننا إذا انتقلنا إلى المجال الطبى ودخلنا حجرة العمليات لوجدنا الغالبية العظمى من أجهزتها الآن تستخدم الحاسب . إن الحاسب الآن دخل جميع نواحي الحياة فمن كان يتخيل أن يستخدم المعالج فى التحكم فى خلط الهواء بالبنزين بل ومراقبة الكثير من أداء السيارة وأجزائها . إنك من الممكن أن تشتري لعبة لطفلك الآن ليلعب بها فتفاجأ بأن بداخلها معالج يتحكم فيها . إن علم الذكاء الصناعى Artificial intelligence وعلوم الكلام ، (التعرف عليه وتوليده) ، وعلوم الروبوتيات كل هذه تعتبر قليلا من كثير من العلوم التى ما كانت ستصل إلى ما وصلت إليه الآن لولا ظهور المعالج . لذلك فإننى أرى أن يسمى هذا العصر فعلا بعصر (الميكروبروسيسور) المعالجات أسوة بعصر البخار وعصر الكهرباء التى مرت بها البشرية سابقا .

إن نظرة مبسطة على شريحة المعالج ستجد أنها كباقي الشرائح بل والأجهزة الإلكترونية ، لكى تتمكن من استخدامها لابد من قراءة الكتالوج الخاص بها ، والكتالوج الخاص بشرائح المعالج يحتوى عادة على جزأين : الجزء الأول يكون خاصا بالتركيب الوظيفى لجميع أجزاء الشريحة ووظيفة جميع أطرافها وشكل الإشارة الناتجة أو المطلوبة على كل طرف من هذه الأطراف . الجزء الثانى يحتوى مجموعة أوامر الشريحة والتي بها يمكنك برمجتها وعدد هذه الأوامر يختلف بالطبع من شريحة لأخرى وكذلك صيغ الأوامر تختلف باختلاف الشريحة. لذلك سنحاول من خلال فصول هذا الكتاب أن نقوم بتغطية هذين الجزأين بالإضافة إلى كيفية مواجهة أو توصيل شريحة المعالج على الأجهزة أو الشرائح الخارجية للحصول على نظام الميكروكومبيوتر ذى الكارت الواحد One board microcomputer الذى يستخدم فى الكثير من أغراض التحكم وفى الكثير من التطبيقات العملية ، كل ذلك من خلال دراسة مفصلة ومتأنية للمعالجات ذات 8 بت والمعالجات ذات 16. بعد ذلك سيكون هناك عرضا سريعا للمعالجات 32بت والأجيال الأخيرة منها ودراسة الفرق بينها وبين الأجيال السابقة . قبل أن نترك المقدمة ومحاولة لإتمام النظرة العامة على الموضوع سنعرض فى الجزء القادم لتركيب الميكروكومبيوتر وما يمثل المعالج بداخله .

1-2 أين يقع المعالج فى داخل الميكروكومبيوتر ؟ (Computer Architecture)

إن الفكرة التى يقوم عليها الحاسب ما هى إلا تقليدا لطريقة الإنسان فى حل أى مسألة . أنت مثلا حينما تريد أن تحل مسألة فى الطبيعة أو الإلكترونية ، ماذا تحتاج ؟ إنك لكى تحل هذه المسألة ستحتاج للآتى :

1. القوانين المهمة لحل هذه المسألة وبالطبع فإنك ستستعين بأحد الكتب التى تحتوى على هذه القوانين .
2. ستحتاج كراسة أو بعض الأوراق لتدوين بعض النتائج الحسابية .
3. ستحتاج أيضا إلى آلة حاسبة لمساعدتك فى إجراء بعض العمليات الحسابية .
4. أخيرا ربما تحتاج إلى آلة طباعة لكتابة تقرير أو وضع الحل فى صورة نهائية لائحة .

هذه الأشياء الأربعة لو تم توفيرها مجتمعة لن تحل المسألة من تلقاء نفسها ولكن لابد من وجود منظم لعملية الحل وهو الشخص نفسه ولابد من وجود خطة للحل أيضا . هذه الأجزاء الأربعة السابقة هى تقريبا ما يتركب منه الحاسب كما سنرى سوى أن خطة الحل وهى البرنامج يتم وضعها للحاسب عن طريق الإنسان بحيث إذا جاء الحل خطأ فلا بد أن هناك خطأ فى البرنامج الموضوع للحاسب

بواسطة الشخص المبرمج . أى أن الحاسب لا يحل المسألة من تلقاء نفسه ولكنه يسير على خطة الحل التى وضعتها أنت له مستفيدا فقط بالسرعة الهائلة التى ينفذ بها العمليات . لذلك سنعرض الآن للأجزاء الرئيسية فى الحاسب تاركين للقارئ أمر مقارنة هذه الأجزاء بالأجزاء الأربعة التى ذكرناها سابقا . يتكون الميكروكومبيوتر كما هو موضح فى شكل (1-1) من ثلاثة أجزاء رئيسية هى :

1. الذاكرة Memory.
2. وحدات الإدخال والإخراج Input/Output Ports.
3. وحدة المعالجة المركزية Central Processing Unit.

1-2-1 الذاكرة Memory

الذاكرة ما هى إلا وعاء لحفظ المعلومات لحين الحاجة إليها وهذه المعلومات إما أن تكون بيانات ستكون هناك حاجة إليها فيما بعد أو تكون برنامجا مخزنا فى الذاكرة فى انتظار التنفيذ . إن أى برنامج تكتبه على الحاسب وبأى لغة ولتكن لغة الباسيك BASIC مثلا لابد وأن يوضع أولا فى الذاكرة الأساسية للحاسب ثم يتم استدعاؤه من هناك للتنفيذ عند الأمر بذلك ، أى أن الحاسب لا ينفذ إلا برامج موجودة فى الذاكرة الأساسية فقط . تنقسم الذاكرة عامة إلى قسمين :

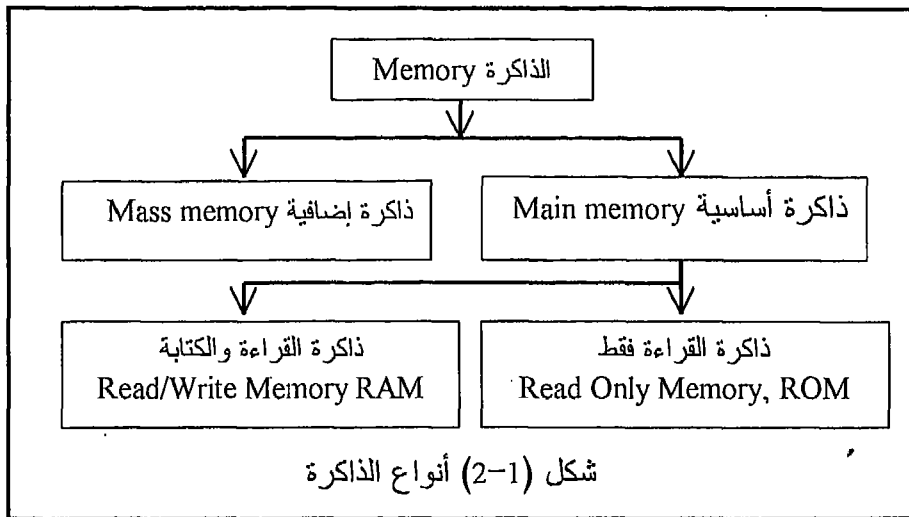
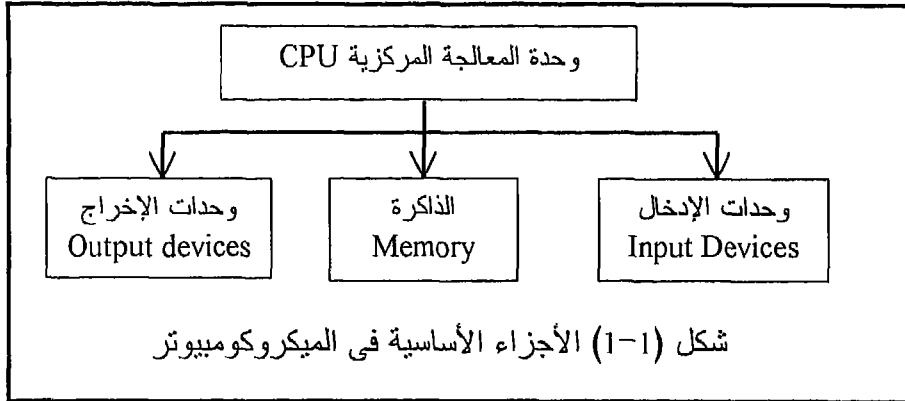
القسم الأول وهو الذاكرة الأساسية للحاسب Main memory وهى التى تخزن فيها البرامج التى تنتظر التنفيذ ، وهذا النوع من الذاكرة يكون عادة من أشباه الموصلات Semiconductors وعلى شرائح تكاملية ويحدد مقدارها على حسب نوع المعالج المستخدم فى الحاسب كما سنرى فيما بعد . الذاكرة الأساسية للحاسب تنقسم بدورها إلى جزأين :

الأول : وهو ما يسمى بذاكرة القراءة فقط ROM , Read Only Memory وهذه الذاكرة أيضا تكون عبارة عن شرائح من أشباه الموصلات التى تم تسجيل محتوياتها بواسطة الصانع نفسه وعادة تحتوى الثوابت والبرامج المهمة لتشغيل نظام الحاسب والتى لا تضيع بانقطاع مصدر الطاقة عنها .

الثانى : وهو ذاكرة القراءة والكتابة Read/Write Memory ولقد تم العرف على تسمية هذا النوع من الذاكرة بذاكرة الاتصال العشوائى Random Access Memory, RAM وهى الذاكرة التى تحتوى البيانات والبرامج التى فى انتظار التنفيذ كما ذكرنا من قبل وهذه الذاكرة تفقد محتوياتها بانقطاع مصدر الطاقة .

القسم الثانى من أقسام الذاكرة هو الذاكرة الإضافية أو Mass Memory وهى الذاكرة التى تستخدم لتخزين البيانات أو البرامج لفترات طويلة وعادة فإن هذه الذاكرة تكون مغناطيسية مثل الأقراص Floppy disks والشرائط Tapes وهناك

أيضا الأقراص الصلبة Hard Disks . هذا القسم من الذاكرة لا دخل للمعالج فى تحديد كميته ولكن كميته تحدد على حسب رغبة المستخدم وما وصلت إليه التكنولوجيا فى هذا المجال . شكل (1-2) يبين رسما توضيحيا لأقسام الذاكرة فى الحاسب التى سبق الحديث عنها .



2-2-1 وحدات الإدخال والإخراج Input/output Ports

وحدات الإدخال هى الوسائل التى يتم بها تكييف المعلومات لتكون فى صورة مناسبة يستطيع البروسيسور التعامل معها ، ومثال ذلك لوحة المفاتيح التى تحول أى زرار تقوم بضغطه إلى إشارات كهربية وشفرات يقبلها المعالج . يجب أن نفرق هنا بين بوابة الإدخال ووحدة الإدخال حيث بوابة الإدخال يتم من خلالها

إدخال المعلومات التي تم تجهيزها بواسطة وحدة الإدخال إلى المعالج كما سنرى بالتفصيل في فصول الكتاب القادمة .

وأما وحدات الإخراج فهي الوسائل التي يتم بها إظهار المعلومات الخارجة من المعالج ، ومثال ذلك الشاشة التي ما هي إلا وسيلة ضوئية لإظهار المعلومات التي تخرج من المعالج ، بالطبع فإن هذه الشاشة تكون متصلة بأحد بوابات الإخراج ، ولذلك يجب أن نفرق هنا بين بوابات الإخراج ووحدات الإخراج حيث بوابة الإخراج يتم من خلالها إخراج المعلومة من البروسيسور إلى وحدة الإخراج التي تتعامل مع هذه المعلومات بوسائل مختلفة كما سنرى بالتفصيل .

1-2-3 وحدة المعالجة المركزية

Central Processing Unit, cpu

الوظيفة الأساسية لوحدة المعالجة المركزية هي تنفيذ البرامج عن طريق إحضار الأوامر من الذاكرة الواحد بعد الآخر ثم تنفيذها بنفس التتابع ، فمثلا يتم إحضار الأمر الأول ثم ينفذ وبعد ذلك يحضر الأمر الثاني وينفذ فالأمر الثالث وينفذ وهكذا إلى أن تصل إلى نهاية البرنامج . بعض هذه الأوامر تحتاج لبيانات من أماكن أخرى في الذاكرة يتم إحضارها ، وبعضها يحتاج لبيانات من بوابات إدخال يتم إحضارها أيضا ، والبعض الآخر من الأوامر يتطلب كتابة أو تسجيل بعض البيانات إما في الذاكرة أو في وحدات إخراج ، كل ذلك وأكثر تقوم به وحدة المعالجة المركزية . في معظم أنظمة الميكروكومبيوتر الشخصية تكون وحدة المعالجة المركزية هي شريحة أو أكثر من شرائح الميكروبروسيسور أو المعالج الدقيق كما سمي بالعربية والذي هو موضوع دراسة هذا الكتاب .

1-3 ماذا تعنى هذه الألفاظ ؟

نسمع هذه الأيام الكثير من الألفاظ والتي لا نعرف مدلولها الدقيق ولا ماذا تعنى هذه الألفاظ ؟ لذلك سنقدم في هذا الجزء بعض هذه الألفاظ مع شرح بسيط لمدلولها والاستعانة ببعض الأمثلة إن أمكن .

1-3-1 الميكروكومبيوتر والميكروبروسيسور

لقد رأينا في هذا الفصل كيف أن كلمة ميكروبروسيسور تعنى تلك الشريحة ذات الأطراف المتعددة والقادرة على تنفيذ مجموعة من الأوامر المحددة بحيث ينفذ كل أمر عند إعطاء الشفرة الخاصة به . كلما تعددت هذه الأوامر ، وكلما كان المعالج أسرع في تنفيذ هذه الأوامر ، وكلما كان المعالج أسهل في عمليات

المواجهة مع الدوائر المحيطة كلما كان المعالج أفضل . فى الكثير من الأحيان يستخدم لفظ "بروسيسور" فقط للدلالة على نفس الشيء ، ونحن فى هذا الكتاب سنستخدم أى واحد من اللفظين "بروسيسور" أو "ميكروبروسيسور" أو المرادف العربى لهما وهى كلمة "المعالج" نظرا لشبوع استخدام كل هذه الألفاظ .

أما الميكروكومبيوتر فقد رأينا سابقا أنه ذلك الجهاز الذى يتكون من بعض الأجزاء الثانوية مثل الذاكرة ووحدات الإدخال والإخراج وجزء أساسى وهو المعالج . أى أن المعالج يعتبر جزءا أساسيا بل هو أهم جزء فى الميكروكومبيوتر . عند ذكر كلمة ميكروكومبيوتر يتبادر إلى ذهننا فوراً تلك المجموعة المكونة من شاشة للعرض ولوحة مفاتيح وطابعة وغير ذلك من الأجهزة ، ولكن فى الحقيقة فإن هذا هو أحد أشكال الميكروكومبيوتر موضوعا فى صورة تسهل عملية التعامل معه وبرمجته حتى من غير المختصين الذين يتعاملون معه بغرض البرمجة فقط باستخدام اللغات المعروفة . هناك صورا أخرى للميكروكومبيوتر غير هذه الصورة المألوفة مثل "الميكروكومبيوتر ذو الكارت الواحد" مثلا وهو عبارة عن كارت واحد عليه شريحة المعالج وشريحة ذاكرة والقليل من بوابات الإدخال والإخراج ، كل ذلك مبنى على كارت واحد لأداء غرض معين مثل التحكم فى أى عملية صناعية كما سنرى فى هذا الكتاب. بل إن هناك صورة أخرى للميكروكومبيوتر وهى الميكروكومبيوتر على شريحة واحدة ، نعم شريحة واحدة تحتوى معالج وبعض الذاكرة (RAM و ROM) وبعض بوابات الإدخال والإخراج . بل إن هناك بعض شرائح الميكروكومبيوتر التى تحتوى الأكثر من ذلك مثل المحولات من تماثل إلى رقمى (A/D) والمحولات من رقمى إلى تماثل (D/A) والمؤقتات (Timers) والمرشحات الرقمية (Digital Filters) وغير ذلك وعادة ما يطبق على هذه الشرائح الحاكمت الدقيقة Microcontrollers .

1-3-2 البرمجة والبناء Software and Hardware

يكون التعامل مع المعالج فى العادة بوسيلة من اثنتين لا غنى لواحدة منهما عن الأخرى :

الوسيلة الأولى : هى برمجة المعالج وهو ما يسمى software وعادة ما تكون البرمجة بلغة الماكينة الخاصة بالبروسيسور الذى تتعامل معه حيث أن كل بروسيسور له لغة ماكينة خاصة به كما سنرى فى هذا الكتاب .

الوسيلة الثانية: هى البناء hardware وتشتمل على مواجهة أو توصيل البروسيسور على الدوائر المحيطة مثل الذاكرة وبوابات الإدخال والإخراج واستخدام البروسيسور فى التطبيقات المختلفة مثل دوائر التحكم مثلا . إن التعامل مع المعالج لابد وأن يكون ملما بكلتا الوسيلتين السابقتين ، البرمجة

والبناء ، وإن اختلفت نسبة إلمامه بأى واحدة منهما ، فإنه من الصعب لشخص ما أن يتعامل مع البروسييسور بغرض البرمجة فقط لأن ذلك سيعتبر إهدارا لوقته حيث إنه إذا كان يريد غرض البرمجة فقط فيمكنه استخدام أى واحدة من اللغات المعروفة والتي يكون تعلمها أسهل بكثير من تعلم برمجة البروسييسور بلغة الماكينة أو الأسمبلى . أى أن من يتعامل مع البروسييسور فإنه غالبا يتعامل معه بغرض استخدامه كعنصر فعال فى دائرة تحكم لمميزاته المختلفة ، لذلك لا بد لهذا الشخص أن يتعلم برمجة البروسييسور ومواجهته واستخدامه فى الأغراض المختلفة . وعادة تطلق كلمة Software على البرمجة بأى لغة من اللغات وأما كلمة Hardware فتطلق على عمليات البناء والتركيب الإلكتروني بأى شكل ولأى غرض .

3-3-1 الأمر والبرنامج Instruction and Program

أعطني القلم !! هذا أمر Instruction وأما

1. خذ المفتاح
2. افتح درج المكتب
3. خذ القلم
4. اكتب "أنا أتعلم البرمجة"
5. أعد القلم
6. أغلق الدرج
7. أعطني المفتاح

!!

فهذا برنامج مكون من سبعة أوامر .

أى أن الأمر هو وحدة بناء البرنامج ، بينما البرنامج يتكون من مجموعة من الأوامر التي لو تم تنفيذها بالتتابع المحدد فإنها تؤدي هدف أو وظيفة معينة . أى برنامج لابد وأن ينفذ بالتتابع الذى كتب به وهذا هو ما يفعله المعالج بحيث إذا وجد هناك خطأ ما فى النتيجة فإن ذلك يرجع إلى البرنامج وليس إلى المعالج لأن المعالج ما هو إلا ماكينة مطيعة تنفذ ما يطلب منها حتى ولو كان خطأ طالما أن ذلك فى حدود إمكانياتها .

4-3-1 لغات البرمجة Programming Languages

تخيل أن لدينا ماكينة وهذه الماكينة لها 3 مفاتيح تشغيل ، كل مفتاح يكون إما ON أو OFF ، وعلى ضوء حالة المفاتيح الثلاثة يمكن لهذه الماكينة أن تنفذ عملية معينة . جدول 1-1 يبين جميع الحالات الممكنة للمفاتيح الثلاثة والعملية المقابلة لكل حالة . هذه العمليات التي تستطيع الماكينة تنفيذها هي مجموعة

الأوامر الخاصة بهذه الماكينة وعلى ضوء هذه العمليات وبالإستعانة بالجدول 1-1 فإننا نستطيع إعادة كتابة البرنامج الموجود فى الجزء السابق فى صورة شفرات تستطيع هذه الماكينة تنفيذها ، جدول 1-2 يبين هذا البرنامج وقد أعيدت كتابته وفى مقابل كل أمر الشفرة الخاصة به . مجموعة الأوامر المكتوبة بالواحيد والأصفار فى جدول 1-2 هى البرنامج مكتوبا بلغة الماكينة لهذه الآلة التى نستخدمها . لذلك فإنه عامة وكما سنرى فى هذا الكتاب فإن لغة الماكينة تكون عبارة عن شفرات ثنائية (واحيد وأصفار) تدخل إلى البروسيوسور فينفذها وهى الصورة الوحيدة التى يمكن التعامل بها مع أى بروسياور ، وكما سنرى أيضا فإن لكل معالج لغة الماكينة الخاصة به .

العملية المنفذة			S2 S1 S0
خذ (ياخذ أى شيء يعطى له فى يده)			0 0 0
افتح (يستخدم ما معه لفتح ما يحدد له)			0 0 1
أكتب (يستخدم ما معه للكتابة)			0 1 0
ضع (ضع ما معك فى المكان المحدد)			0 1 1
أغلق (يغلق ما يحدد له)			1 0 0
أعطني (يعطى ما معه)			1 0 1
اذهب (يذهب إلى مكان محدد)			1 1 0
تكرار (يكرر ما يحدد له عدد من المرات)			1 1 1

جدول 1-1 مجموعة أوامر ماكينة افتراضية

مما سبق يتضح لنا أن الكتابة بلغة الماكينة ليست سهلة وأصعب منها اكتشاف الأخطاء فيها ، لذلك فإنه يمكن الكتابة بالأوامر خذ وافتح واكتب وهكذا ولكن فى هذه الحالة بدلا من إدخال الأوامر على الماكينة مباشرة فإننا ندخلها على مترجم يقوم بترجمة الكلمات خذ واكتب إلى شفراتها الثنائية ثم يدخلها على الماكينة . هذا المترجم يسمى أسمبلر والأوامر المكتوبة بلغة أكتب وخذ سنسميها لغة الأسمبلى . هذا هو الوضع تماما فى حالة المعالج حيث أن كل بروسياور له لغة ماكينة وأسمبلر ولغة أسمبلى خاصة به . لذلك فإن لغة الأسمبلى هى أقرب اللغات من مستوى لغة الماكينة . الآن ما رأيك لو استطعنا تصميم مترجم آخر يأخذ أوامر أكثر تعقيدا مثل "افتح الدرج وخذ القلم وأكتب" حيث سيقوم المترجم بترجمة ذلك الأمر إلى عدد من أوامر لغة الماكينة وليس إلى أمر واحد كما فى حالة الأسمبلر ، مثل هذه اللغة التى يكون كل أمر فيها يؤدي وظيفة أكثر من أمر من أوامر لغة الأسمبلى تسمى باللغات ذات المستوى العالى High level

language ومنها على سبيل المثال لا الحصر لغة الباسيك والفورتران والبسكال وغيرها كثير . إن المترجم الذى يقوم بالترجمة من لغة ذات مستوى عال إلى لغة ماكينة يسمى المؤلف أو المفسر أو المترجم أو compiler .

الأمـر	حالة المفاتيح S2 S1 S0
خذ (المفتاح)	0 0 0
افتح (درج المكتب)	0 0 1
خذ (القلم)	0 0 0
اكتب (أنا أتعلم البرمجة)	0 1 0
ضع (القلم)	0 1 1
أغلق (الدرج)	1 0 0
أعطني (المفتاح)	1 0 1

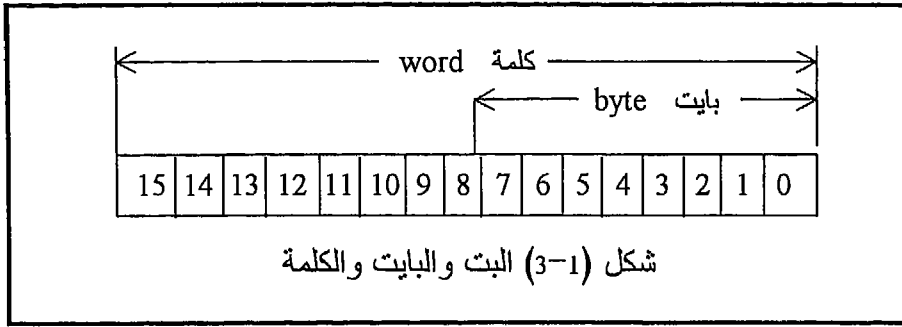
جدول 2-1 برنامج مكتوب بلغة الماكينة الافتراضية

5-3-1 البت bit والبايت byte

البت هى الخانة فى نظام العد الثنائى ، فكما أن العدد العشري 325 مثلا مكون من ثلاث خانوات فإن العدد الثنائى 11001 مكون من خمس خانوات أو خمس بتات 5 bits حيث كل خانة تحتوى على واحد أو صفر . عمليا وكما نعلم من الإلكترونيات الرقمية فإن البت تكون عبارة عن قلاب flip flop أو أحيانا تسمى ماسك latch يتم وضع خرجة على القيمة واحد أو صفر . كل ثمانية بتات تكون فيما بينها ما يسمى بالبايت byte ، والبايت هى وحدة تقدير الذاكرة فنقول مثلا أن هذا الحاسب ملحق به ذاكرة مقدارها 64 كيلو بايت أى 65536 بايت حيث أن الواحد كيلو بايت يساوى 1024 بايت كما سنعرف بالتفصيل فيما بعد . شكل (1-3) يبين الفرق بين البت والبايت . كل اثنين بايت تكونان ما يسمى بالكلمة word وعلى ذلك فإن الكلمة word تتكون من 16 بت أو اثنين بايت كما هو موضح فى شكل (1-3) أيضا .

4-1 تمارين

1. وضح بالرسم الصندوقى أجزاء الميكروكومبيوتر و اشرح باختصار وظيفة كل جزء ؟



2. طابق بين الأجزاء التي شرحتها في السؤال السابق وما تحتاج إليه من أشياء لحل مسألة في الرياضيات مثلا كما هو موضح في الفصل ؟
3. اشرح أنواع الذاكرة وخصائص كل نوع ؟
4. دليل التليفون ، هل تطابقه مع RAM أم ROM ؟
5. شريط الكاسيت ، هل تطابقه مع RAM أم ROM ؟
6. القرص الممغنط floppy disk ، هل هو RAM أم ROM ؟ وإذا صنفته على أنه RAM فهل هي أساسية أم إضافية ؟
7. الفأرة mouse ، هل هي وحدة إدخال أم وحدة إخراج ؟
8. الطابعة ، هل هي وحدة إدخال أم وحدة إخراج ؟
9. المساح scanner ، هل هو وحدة إدخال أم وحدة إخراج ؟
10. الراسم plotter ، هل هو وحدة إدخال أم وحدة إخراج ؟
11. بافتراض أن لك تعاملات مسبقة مع الحاسب الآلى ، فما نوع المعالج الموجود فى الحاسب الذى تتعامل معه ؟
12. ما هو الفرق بين المعالج والميكروكومبيوتر ؟
13. إذا شبهنا الميكروكومبيوتر بالسيارة ، فماذا يمثل المعالج فى هذه السيارة ؟
14. ارسم مخطط سير flow chart لنشاطك اليومى من الصباح حتى النوم فى أيام العمل وأيام العطلات ؟

الفصل الثاني

البناء المعماري للمعالج

Microprocessor Architecture

2-1 مقدمة

فى هذا الفصل سيتم عرض المهام الأساسية المطلوبة من أى معالج بصفة عامة وعلى ضوء هذه المهام سنعرض الوظائف الأساسية للمكونات العامة لأى شريحة معالج ، ثم نقدم التركيب التفصيلى لاثنتين من الشرائح المعروفة وهى الشريحة Intel8085 والشريحة Z80 على أساس أن هذه هى أكثر شرائح الجيل الثانى استخداما وبعد ذلك سنترك للقارئ رؤية مدى ملائمة هذا التركيب للمهام المطروحة . وسوف نعرض التركيب التفصيلى لهذين المعالجين بصورة مختصرة وسريعة حتى يتمكن أى قارئ من مراجعة المكونات الأساسية لهما حتى ولو كان لا ينوى التدريب إلا على أحدهما . لذلك فإننا ننصح بقراءة هذا الفصل بأكمله من مستخدمى هذين المعالجين بالذات أو المعالجات التى نقوم بعرضها فى هذا الكتاب . ولقد رأينا فى الفصل السابق (عصر المعالجات) أن وظيفة المعالج الأساسية هى إحضار الأوامر من الذاكرة وتنفيذها الواحد بعد الآخر ، ولذلك فإن تركيبه الداخلى يجب أن يناسب هذه المهمة أو الوظيفة .

2-2 المهام الأساسية المطلوبة من المعالج

1. يجب أن يكون المعالج قادرا على إحضار معلومات من الذاكرة (هذه المعلومات قد تكون بيانات يحتاجها فى عملية تنفيذ الأوامر أو قد تكون الأوامر نفسها) .
2. يجب أن يحتوى المعالج على مكان مناسب بداخله لحفظ هذه المعلومات التى أحضرها لحين الحاجة إليها أو تنفيذها إذا كانت من الأوامر .
3. لابد أن يكون هناك أكثر من مكان بداخله بحيث يمكن نقل المعلومات فيما بين هذه الأماكن حيث تحتاج بعض الأوامر لذلك عند تنفيذها .
4. يجب أن تكون لديه الوسائل المناسبة لإدخال معلومات من بوابات إدخال حتى يتسنى لنا قراءة لوحة مفاتيح أو إدخال درجة حرارة مثلا تمهيدا لمعالجتها رقميا .
5. يجب أن تكون لديه المقدرة على إجراء بعض العمليات الحسابية والمنطقية على البيانات التى أحضرها . العمليات الحسابية الأساسية هى الجمع والطرح والعمليات المنطقية الأساسية مثل AND و OR و NOT .
6. المقدرة على إرسال بيانات إلى الذاكرة وتسجيلها فيها من المهام الأساسية للمعالج .

7. المقدرة على إرسال بيانات إلى وحدات إخراج من خلال بوابات إخراج حتى يتسنى لنا قراءة هذه المعلومات على شاشة أو إخراج بيانات نتحكم بها في سرعة موتور مثلا .

كانت هذه هي المهام الأساسية للمعالج والتي يجب أن يحققها تركيبه الداخلي ومجموعة أوامره كما سنرى . سنبدأ فيما يلي الحديث عن مجموعة المسجلات والعدادات التي يشتمل عليها أى معالج حيث أنه من الضروري لأى مستخدم للمعالج أن يعرف خصائص تلك المسجلات ووظائفها .

2-3 أجزاء المعالج الأساسية

جميع شرائح المعالجات تتركب من ثلاثة أجزاء رئيسية وهى :

1. مجموعة مسجلات وعدادات .
2. وحدة الحساب والمنطق ALU .
3. وحدة التزامن Clock .

بالنسبة لوحدة الحساب والمنطق سوف نرجئ الحديث عنها الآن حيث سيتم إفراد فصل قادم خاص بها (الفصل السادس) وأما وحدة التزامن فسوف يتم الحديث عنها أيضا لاحقا وفي معرض الكلام عن وظيفة كل طرف من أطراف شريحة المعالج . أما مجموعة المسجلات والعدادات ووظيفة كل منها فسوف تكون الموضوع الأساسى فى الجزء القادم .

2-4 المسجلات والعدادات فى شريحة المعالج

تستخدم المسجلات للتخزين المؤقت للمعلومات فى صورة خانات ثنائية فى داخل شريحة المعالج لحين الحاجة إليها . إن أى مسجل إزاحة يمكن تصميمه ليكون قادرا على أداء الوظائف التالية :

1. إدخال المعلومات بالتوالى وإخراجها بالتوالى (سواء من الشمال لليمين أو من اليمين للشمال) .
2. دوران المعلومات فى أى اتجاه وعكسه .
3. إدخال المعلومات بالتوازي وإخراجها بالتوازي .
4. إدخال المعلومات توالى من أى اتجاه وإخراجها توازي أو العكس .

المسجلات داخل المعالج يمكن النظر إليها على أنها واحد من نوعين ، الأول هو مسجلات عامة الأغراض general purpose registers وهذه تستخدم فى الكثير من الأغراض وتؤدي أكثر من وظيفة وعادة تكون هذه المسجلات متاحة

للمستخدم لكي يتعامل معها ، إما أن يسجل فيها أو يقرأ منها ، وأما النوع الثانى فهو مسجلات خاصة الأغراض dedicated registers وهذه مسجلات موجودة لأداء غرض أو وظيفة واحدة لا تحيد عنها وليس للمستخدم أى وسيلة للتحكم فيها سواء بالقراءة منها أو الكتابة فيها .

أما العدادات counters فتستخدم عادة لعد النبضات الداخلة إليها ويمكن توظيف هذه العدادات لكي تقوم بعملية العد إما تصاعديا أو تنازليا مع ملاحظة أن خرج العدادات يكون دائما توازي . سنعرض فيما يأتى بشكل عام لوظيفة كل مسجل من المسجلات الرئيسية لشريحة المعالج وذلك دون تخصيص معالج معين لأن ذلك مطبق على جميع المعالجات التى سنتعامل معها فى هذا الكتاب .

2-4-1 مسجل التراكم Accumulator, A

أى مسجل يمكن النظر إليه على أنه بايت من بايتات الذاكرة وهذه الباييت موجودة داخل شريحة المعالج وعادة تكون هناك حرية أكثر فى التعامل مع البيانات الموجودة داخل هذه المسجلات عن البيانات الموجودة فى الذاكرة . من هذه المسجلات ما يسمى بمسجل التراكم Accumulator أو المرمك . يعتبر مسجل التراكم ، وعادة يرمز له بالرمز A ، من أكثر مسجلات المعالج عملا ولذلك فإنه يمكننا النظر إليه على أنه سكرتير لشريحة المعالج . إن أى عملية حسابية أو منطقية يقوم بها المعالج لابد وأن يكون مسجل التراكم طرفا فيها ، فمثلا لو أردت أن تجمع أى رقمين فإن واحدا منهما لابد وأن يوضع فى مسجل التراكم وأما الرقم الآخر فيوضع فى أى مسجل آخر أو حتى فى الذاكرة ، ليس هذا فقط بل إن نتيجة أى عملية حسابية أو منطقية لا توضع إلا فى مسجل التراكم ومنه يمكن نقلها لأى مكان آخر وذلك فى المعالجات 8 بت . هناك مهمة أخرى أيضا لهذا المسجل وهى أن أى عملية إدخال أو إخراج من خلال بوابات الإدخال أو الإخراج عادة تكون من خلال هذا المسجل . أى أن المعلومة توضع فى مسجل التراكم أولا ثم يتم إخراجها إلى بوابة الإخراج ، أو إذا كانت المعلومة قادمة من بوابة إدخال فإنها توضع أولا فى مسجل التراكم ثم يتم نقلها منه لأى مكان آخر فى داخل البروسيسور أو خارجه .

إذن ما رأيك الآن فى تسميته بسكرتير المعالج ؟ إن عدد البتات (الخانات) bits الموجودة فى مسجل التراكم دائما يساوى عدد خطوط مسار البيانات data bus ومن الممكن فى بعض المعالجات أن يكون هناك أكثر من مسجل تراكم واحد كما سنرى . بعض هذه الوظائف الخاصة بالمرمك سيتم الاستغناء عنها فى المعالجات 16 بت كما سنرى .

2-4-2 عداد البرنامج PC Program Counter

كما علمنا فإن مهمة المعالج الأساسية هي إحضار الأوامر من الذاكرة الواحد بعد الآخر ثم تنفيذها ، ولذلك فإنه لابد لهذه المهمة من تحديد الأماكن التي تحتوى هذه الأوامر في الذاكرة . يحتوى عداد البرنامج دائما على عنوان المكان في الذاكرة الذى يحتوى الأمر الذى عليه الدور في التنفيذ ، وكلما تم إحضار أى أمر من الذاكرة وقبل أن يتم تنفيذه فإن عداد البرنامج تتغير محتوياته بحيث تشير إلى عنوان الأمر القادم في التنفيذ . تذكر أيضا أنه حتى لو حدث قفز من مكان فى البرنامج إلى مكان آخر فإن وحدة التحكم داخل المعالج تضع عنوان الأمر الذى سيتم القفز إليه فى عداد البرنامج حتى يصبح هو الأمر الذى عليه الدور فى التنفيذ وتنتقل عملية تنفيذ البرنامج إلى هناك . عدد بتات هذا العداد دائما تساوى عدد بتات مسار العناوين address bus وهذا منطقي جدا حتى يتمكن المعالج من إحضار الأوامر مهما كانت فى أى مكان فى الذاكرة سواء فى أولها أو فى آخرها ، لاحظ أن كمية الذاكرة التى يمكن أن يتعامل معها المعالج تتوقف على عدد البتات أو الخطوط فى مسار العناوين كما سنرى فيما بعد . إذا نظرنا إلى عداد البرنامج على أنه مسجل يحتوى عنوان الأمر الذى عليه الدور فى التنفيذ فإننا سنصنّفه على أنه من المسجلات ذات الأغراض الخاصة dedicated register ، لاحظ أيضا أنك كمبرمج لا تستطيع التحكم فى محتويات هذا العداد .

2-4-3 مسجل وفاكك شفرة الأوامر

Instruction Register And Decoder

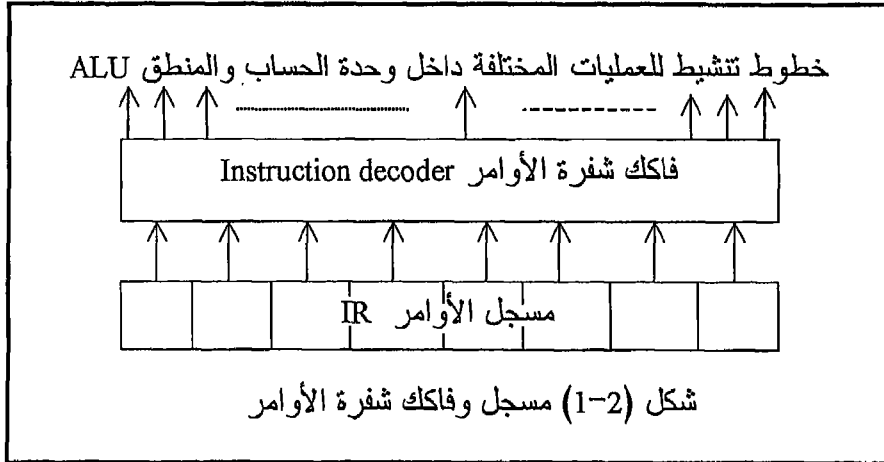
بعد أن يتم إحضار الأمر من الذاكرة إلى شريحة المعالج لابد وأن يسجل أو يوضع فى أحد الأماكن فى انتظار تنفيذه ، هذا المكان هو مسجل الأوامر . أى أن مسجل الأوامر يحتوى شفرة الأمر الذى يتم تنفيذه الآن . لاحظ أن عدد بتات مسجل الأوامر عادة يساوى عدد بتات البايث فى الذاكرة التى تساوى بدورها عدد بتات مسار البيانات خاصة فى هذا الجيل من المعالجات الذى نحن بصددّه الآن ، كما أن عدد الأوامر التى يمكن للمعالج أن ينفذها سيَتوقف على عدد البتات فى مسجل الأوامر فمثلا إذا كان عدد بتات مسجل الأوامر هو 8 بت فإن ذلك يعنى أن هذا المعالج يستطيع التعامل مع $2^8 = 256$ أمر على الأكثر . أول خطوات تنفيذ أى أمر تبدأ من فاكك شفرة الأوامر الذى يتصل دخله بخرج مسجل الأوامر كما فى شكل (2-1) بحيث أنه على حسب شفرة الأمر الموجودة فى مسجل الأوامر فإن عملية واحدة فقط سيتم تنفيذها على حسب الشفرة الموجودة على دخل فاكك الشفرة ويتم ذلك بالطبع بمساعدة وحدة التحكم ووحدة الحساب والمنطق .

4-4-2 مسجل الحالة SR Status Register

أحيانا يطلق على هذا المسجل اسم مسجل الأعلام Flag Register, FR . يعتبر هذا المسجل نشرة إخبارية تعكس حالة نتيجة آخر عملية حسابية أو منطقية قام المعالج بتنفيذها ، فمن هذا المسجل نستطيع أن نعرف مثلا إذا كانت هذه النتيجة سالبة أم موجبة أم تساوى صفرا وغير ذلك من الأخبار المفيدة . هذا المسجل يحتوى على عدد من البتات وكل واحدة منها تعتبر علما flag يعكس أو يدل على حالة معينة من العملية الحسابية أو المنطقية التى تم تنفيذها ، من هذه الأعلام ما يلى :

1-4-4-2 علم الصفر Zero flag, ZF هذه البت تكون واحدا إذا كانت نتيجة آخر عملية حسابية أو منطقية تساوى صفرا وتكون هذه البت صفرا إذا كانت النتيجة مختلفة عن الصفر سواء موجبة أو سالبة .

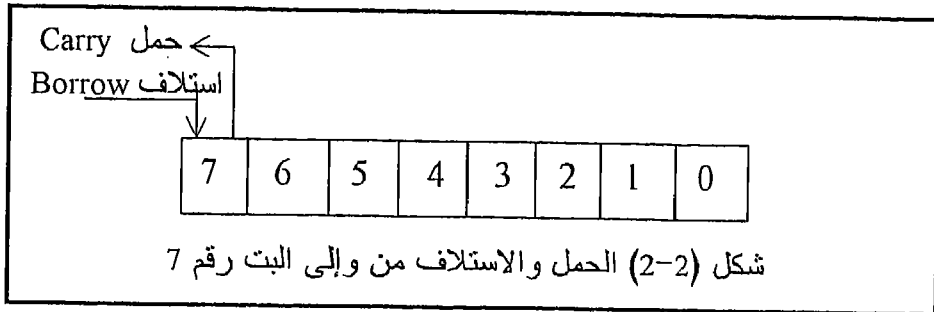
2-4-4-2 علم الإشارة Sign flag, SF هذه البت تكون واحدا إذا كانت نتيجة آخر عملية حسابية أو منطقية نفذها المعالج سالبة ، أما إذا كانت هذه النتيجة موجبة فإن هذا العلم يكون صفرا ، لذلك فإنه أحيانا يسمى بعلم السالبة Negative Flag, NF . لاحظ أن آخر بت فى النتيجة تعكس إشارتها فإذا كانت آخر بت تساوى صفرا فإن ذلك يعنى أن النتيجة موجبة أما إذا كانت هذه البت واحدا فإن ذلك يعنى أن النتيجة سالبة لذلك فإنه دائما تكون محتويات علم الإشارة تساوى محتويات آخر بت فى النتيجة .



3-4-4-2 علم الحمل Carry flag, CF هذا العلم يكون واحدا إذا حصل حمل carry من آخر بت فى أى عملية جمع أو حصل استلاف Borrow لأخر بت

في أى عملية طرح ويكون صفرا إذا لم يكن هناك حمل أو استلاف فى آخر عملية حسابية . شكل (2-2) يبين كل من عمليات الحمل والاستلاف من وإلى البت رقم 7 .

2-4-4-4 علم الباريتى Parity flag, PF هذا العلم يكون واحدا إذا كانت آخر عملية حسابية أو منطقية قام بها المعالج تحتوى على عدد زوجى من الواحد أما إذا كانت هذه النتيجة تحتوى على عدد فردى من الواحد فإن هذا العلم يكون صفرا .



2-4-4-5 علم الحمل النصفى أو البينى Half carry flag, HC هذا العلم يكون واحدا إذا كان هناك حمل من الخانة أو البت الثالثة إلى البت الرابعة نتيجة أى عملية جمع أو هناك استلاف من البت الرابعة إلى البت الثالثة نتيجة أى عملية طرح ، ويكون صفرا فيما عدا ذلك أى إذا لم يحدث استلاف أو حمل من أو إلى البت الرابعة ، لاحظ أننا هنا نبدأ عملية عد البتات بالرقم صفر ، أى أن أول بت هي البت رقم صفر . شكل (2-3) يبين كيفية تأثر علم الحمل النصفى .

التطبيق على جميع هذه الأعلام واستخدامها سيأتى عند الشرح التفصيلى لأوامر المعالج ، مع العلم أن عدد الأعلام سيختلف من معالج لآخر كما سنرى عند دراستنا للتركيب التفصيلى لكل بروسيسور سندرسه فى هذا الكتاب ولكن دعنا الآن ننظر للمثال التالى كتطبيق سريع على هذه الأعلام .

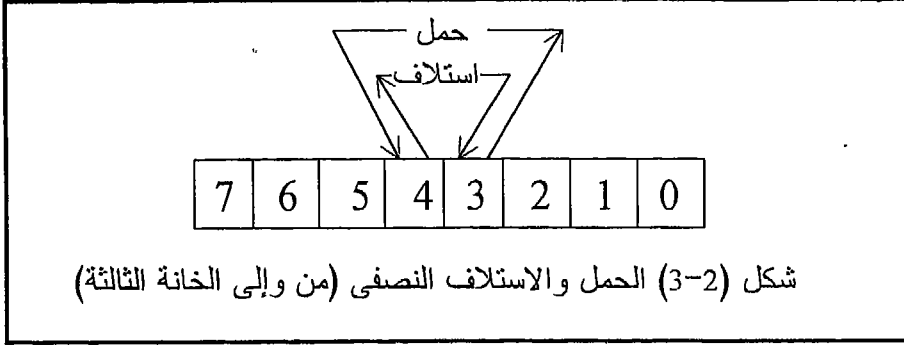
مثال 2.1

- اكتب محتويات الأعلام السابقة بعد إجراء عملية جمع الرقمين 77H و A5H .
- لاحظ أن الرقمين مكتوبين فى الصورة الست عشرية hexadecimal .
- الجمع الثنائى للرقمين السابقين سينم كما يلى :

الرقم الأول	0111 0111
الرقم الثانى	1010 0101
النتيجة	0001 1100
	حمل 1

نلاحظ الآتي من النتيجة السابقة :

1. النتيجة لا تساوى الصفر ، إذن فعلم الصفر يساوى صفر $ZF=0$.
2. آخر بت فى النتيجة صفر فالنتيجة موجبة وعلم الإشارة يساوى صفر $SF=0$.
3. هناك حمل من البت السابعة (الأخيرة) فعلم الحمل يساوى واحد $CF=1$.
4. النتيجة تحتوى ثلاثة وحيد (عدد فردى) فعلم الباريتى يساوى صفر $PF=0$.
5. ليس هناك حمل من الخانة الثالثة للرابعة فعلم الحمل النصفى يساوى صفر $HCF=0$.



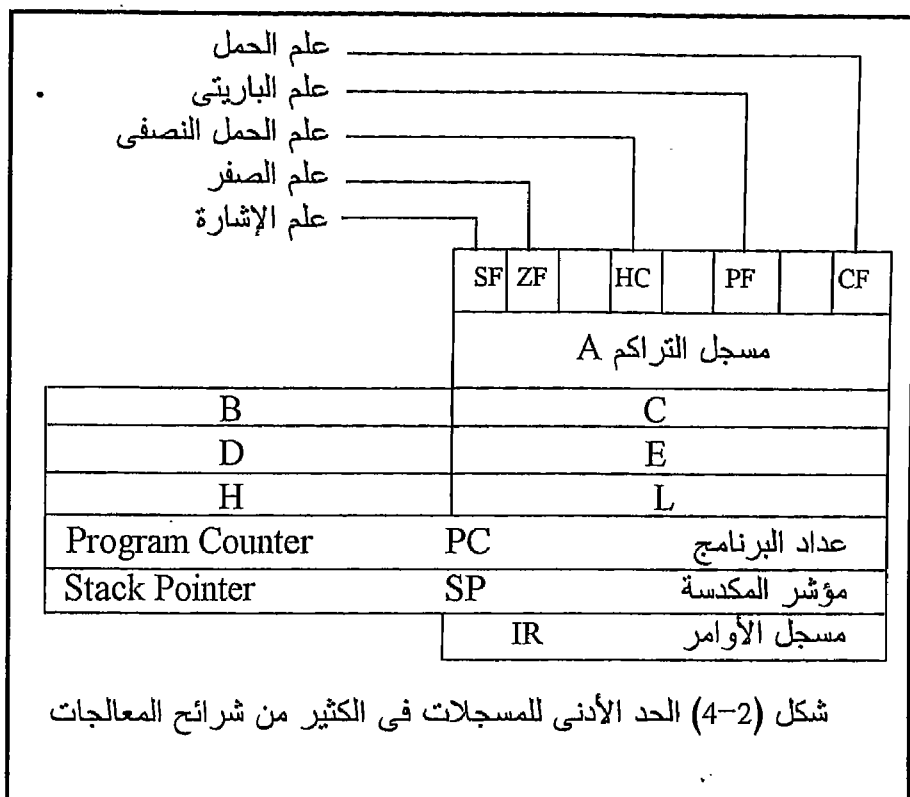
2-4-5 مسجل مؤشر المكسدة Stack Pointer register, SP

سيأتى إن شاء الله شرحا تفصيليا للمكدسة stack فيما بعد فى معرض الكلام عن البرامج الفرعية وبرامج المقاطعة ، ولكن الآن بإمكانك أن تعرف أن المكسدة هي جزء من الذاكرة يتم فيه تخزين بعض العناوين أو البيانات المهمة والتي لا بد من الحاجة إليها واسترجاعها مرة ثانية وبنفس الترتيب الذى تم تخزينها به . مسجل مؤشر المكسدة يحتوى عنوان آخر مكان تم التسجيل فيه فى هذا الجزء من الذاكرة ، لذلك فإنه طالما أن هذا المسجل سيحتوى على عنوان فلا بد أن يكون 16 بت . لاحظ أن المبرمج عادة تكون لديه الحرية فى اختيار الجزء من الذاكرة الذى سيعمل كمكدسة .

2-4-6 المسجلات عامة الأغراض General Purpose Registers

فى الكثير من الأحوال عندما نجمع أكثر من رقم ، نحتاج لحفظ نتيجة معينة لحين استخدامها فى عملية أخرى لاحقة ، ولذلك فإنه بدلا من إرسال هذه النتيجة إلى الذاكرة ثم استدعائها ثانية مما يأخذ الكثير من الوقت فقد تم تجهيز المعالج ببعض المسجلات التى تستخدم لتخزين مثل هذه النتائج المرحلية لحين الحاجة إليها . عدد البتات فى هذه المسجلات يكون عادة مساويا لعدد بتات مسار البيانات . عدد هذه المسجلات يختلف من معالج لآخر ومن شركة لأخرى . ولقد

تم التعرف على تسمية هذه المسجلات بالمسجلات B و C و D و E و H و L كما سمي المركب من قبل بالمسجل A . هذه التسمية كما سنرى هي التسمية التي سنستخدم مع لغة الأسمبلى (التجميع) assembly language . شكل (2-4) يبين جميع المسجلات التي تكلمنا عنها حتى الآن والتي تمثل كما ذكرنا الحد الأدنى لمحتويات أى معالج من المسجلات .



هناك بعض الأوامر التي تتعامل مع هذه المسجلات كأزواج يتكون كل زوج منها من 16 بت بدلا من التعامل معها كمسجلات يحتوى الواحد فيها على 8 بتات فقط. فى هذه الحالة يكون كل مسجل له مسجل آخر يمكن ازدواجه معه ولا يمكن ازدواجه مع أى مسجل آخر ، فمثلا المسجل B لا يزدوج إلا مع المسجل C فقط وكذلك المسجل D لا يزدوج إلا مع المسجل E والمسجل H لا يزدوج إلا مع المسجل L . لاحظ أنه فى حالة ازدواج المسجل B والمسجل C فإن المسجل C يحتوى أو يمثل البايت ذات القيمة الصغرى low significant byte من المعلومة المكونة من 16 بت والمسجل B يحتوى البايت ذات القيمة العظمى high significant byte من هذه المعلومة . بنفس الطريقة فى حالة الأزواج DE و HL

فإن المسجلات E و L تحتوى البايٲ ذات القيمة الصغرى والمسجلات D و H تحتوى البايٲ ذات القيمة العظمى . فمثلا إذا أردنا أن نسجل المعلومة 4CF6H المكونة من 16 بت فى زوج المسجلات HL فإن البايٲ F6 وهى البايٲ ذات القيمة الصغرى لابد أن توضع فى المسجل L وأما البايٲ 4C ذات القيمة العظمى فتوضع فى المسجل H . فى شكل (2-4) ستلاحظ أن هذه المسجلات موضوعة بنفس طريقة وكيفية ازدواجها .

إن التعامل مع هذه المسجلات من خلال المعالج يتم عن طريق شفرة أو كود code تم إعطاؤه لكل واحد من المسجلات العامة ولكل زوج منها بحيث يعرف كل مسجل فى لغة الماكينة كما سنرى فيما بعد بهذه الشفرة أو هذا الكود . إن هذه الشفرة كما هو موضح فى جدول 1-2 مكونة من وحيد وأصفار فقط وهذا يتناسب مع متطلبات لغة الماكينة . تذكر أيضا أن المكونات التى رأيناها إلى الآن ما هى إلا أقل ما يمكن أن يحتويه أى بروسيسور وإن اختلف عددها من بروسيسور لآخر كما سنرى .

الشفرة Code	المسجل Register
111	A
000	B
001	C
010	D
011	E
100	H
101	L
110	M
Register pairs	أزواج المسجلات
00	BC
01	DE
10	HL
11	SP

جدول 1-2 المسجلات وأزواج المسجلات وشفراتها الثنائية

2-5 نظرة خارجية على شرائح المعالج

إن مجموعة شرائح المعالجات ذى 8 بتات التى ندرسها فى هذا الكتاب كلها لها عدد 40 طرفا تخرج منها ، وكذلك المعالج 8086 ذو 16 بت . ابتداء من المعالج 80186 بدأ عدد أطراف هذه المعالجات فى الزيادة حيث أصبح 68 طرفا فى

المعالج 80186 ، وظل في الزيادة إلى أن وصل إلى 296 طرفا في حالة المعالج بنتيم برو Pentium Pro وهو آخر المعالجات التي سندرستها في هذا الكتاب . فما هي وظيفة كل طرف من هذه الأطراف ، ولماذا كل هذا العدد من الأطراف ؟ إننا هنا سنحاول إلقاء نظرة سريعة على وظائف الأطراف الأساسية فقط وسوف نرجئ الحديث التفصيلي عنها وشكل الإشارات على كل طرف وكيفية ربط هذه الأطراف بالعالم المحيط بشريحة المعالج إلى فصول خاصة بذلك . هذه الأطراف يمكن تقسيمها إلى المجموعات التالية :

2-5-1 مسار العناوين Address bus

أى مكان يريد المعالج أن يتعامل معه سواء كان ذاكرة أو غيرها لابد وأن يحدد المعالج عنوانا لهذا المكان . هذا العنوان يتم وضعه في صورة شفرات كهربية من الواحد والأصفار بواسطة المعالج على عدد من هذه الأطراف الخارجة من المعالج تسمى مسار العناوين . لذلك فإنه على حسب عدد هذه الأطراف المخصصة لحمل شفرة العناوين يتحدد عدد الأماكن التي يمكن للبروسيسور أن يتعامل معها ، ودائما يكون عدد هذه الأماكن يساوى 2 مرفوعة لأس عدد هذه الخطوط أو الأطراف . في جميع الشرائح 8 بت والتي نحن بصدد الكلام عنها يكون عدد أطراف مسار العناوين يساوى 16 طرفا لذلك فإن مقدار الذاكرة التي يتعامل معها مثل هذا البروسيسور يساوى $2^{16} = 65536$ بايت = 64 كيلوبايت باعتبار أن كل واحد كيلو بايت يساوى 1024 بايت . لاحظ أن الإشارة الموجودة على مسار العناوين تكون دائما خارجة من البروسيسور إلى الأجهزة الخارجية وليس العكس لأن البروسيسور هو فقط الذى يحدد العنوان الذى يريد التعامل معه . جدول 2-2 يبين علاقة بين عدد خطوط مسار العناوين وكمية الذاكرة التي يمكن التعامل معها في كل حالة .

2-5-2 مسار البيانات Data bus

بمجرد أن يحدد المعالج المكان الذى يريد التعامل معه عن طريق العنوان الذى وضعه على مسار العناوين يقوم المعالج بإخراج أو استقبال المعلومة نفسها على أو من مسار آخر وهو مسار البيانات . هذا المسار أيضا عبارة عن عدد من الخطوط تصل بين المعالج والأجهزة المحيطة حيث تسير عليها البيانات المطلوب تداولها بين المعالج والأجهزة خارجه . إن عدد البتات التي تعرف بها أى شريحة معالج يكون على حسب عدد بتات أو أطراف مسار البيانات ، فالشرائح 8 بت سميت كذلك لأن لها مسار بيانات مقداره 8 بت والشرائح 16 بت سميت كذلك لأن لها مسار بيانات 16 بتا وهكذا . في عالم الحاسبات توضع أى معلومة دائما في صورة عدد من الخانات أو البتات وكل بت أو خانة من هذه

الخانات يوضع بها واحد أو صفر حيث يمثل الواحد بجهد معين ويمثل الصفر بجهد آخر . التركيبية المكونة من هذه الواحد والأصفر هي ما يسمى بالشفرة الثنائية للمعلومة . إن ثمانية من هذه البتات أو الخانات تسمى بايت واثنين بايت تسمى كلمة أو Word . كمثال على هذه الشفرات الرقم 85H الذى شفرته هي 1000101 ، ولزيادة المعلومات عن نظم العد والتشفير المتبعة فى الحاسب يمكن الرجوع إلى أى كتاب عن الإلكترونيات الرقمية . عندما يتعامل المعالج مع الذاكرة فإن وحدة التعامل بينهما تتوقف على عدد خطوط مسار البيانات لأن كل بت من بتات المعلومة تنقل على خط منفصل . فى حالة الشرائح 8 بت فإن أى معلومة تنقل من أو إلى المعالج لابد وأن تكون مكونة من ثمانية بتات ، إذا كانت هذه المعلومة مكونة من عدد من البتات أكبر من ثمانية فإنها تنقل على أكثر من مرة وعلى حسب عدد بتاتها . فى حالة الشرائح 16 بتا تكون وحدة التعامل فى نقل المعلومات هي 16 بتا ، لذلك فإنه من البديهي أن نتوقع أن الشرائح 16 بتا تكون أسرع من الشرائح 8 بت لهذا السبب أساسا وأسباب أخرى سنعرفها فيما بعد ، فما بالك الآن بالشرائح 32 بتا والشرائح 64 بتا . لاحظ أن زيادة عدد بتات مسار البيانات لن ينعكس فقط على سرعة التعامل مع الذاكرة ولكنه ينعكس أيضا على سرعة تنفيذ العمليات الحسابية . كلمة أخيرة عن مسار البيانات وهي أن الإشارة عليه يمكن أن تكون خارجة من المعالج إلى الأجهزة المحيطة أو داخلة إلى المعالج من الأجهزة المحيطة .

2-5-3 خطوط التحكم Control lines

هذه الخطوط يختلف عددها من معالج لآخر وعن طريق هذه الخطوط يخبر المعالج أى جهاز من الأجهزة المحيطة (الذاكرة مثلا) الذى تم تحديد عنوانه على مسار العنوانين عن الغرض من هذا التعامل ، فقد يكون الغرض من التعامل مع الذاكرة مثلا هو القراءة منها ، أى استقبال معلومة منها ، فى هذه الحالة فإن البروسيوسور يرسل إشارة إلى الذاكرة على خط التحكم Memory Read, MEMR تعرف منها الذاكرة أن الغرض من التعامل هو القراءة فتقوم بإرسال المعلومة المطلوبة على مسار البيانات فيتلقاها المعالج . أما إذا كان الغرض من التعامل هو الكتابة أو إرسال معلومة إلى الذاكرة فإن المعالج يقوم بوضع إشارة على الخط Memory Write, MEMW تفهم منها الذاكرة الغرض من التعامل فتتلقى المعلومة من على مسار البيانات . هناك خطان للتحكم بنفس الطريقة للتعامل مع بوابات الإخراج والإدخال . هناك أيضا خطوط المقاطعة Interrupt التى بها تتم مقاطعة أى برنامج يجرى تنفيذه وخطوط المسك HOLD التى بها يتم فصل البروسيوسور عن المسارات لأغراض معينة .

عدد خطوط مسار العناوين	كمية الذاكرة التي يمكن التعامل معها
1	2 بايت
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	128
8	256
9	512
10	1024 واحد كيلوبايت (كب)
11	2 كب
12	4 كب
13	8 كب
14	16 كب
15	32 كب
16	64 كب
17	128 كب
18	256 كب
19	512 كب
20	1024 كب (1 ميجابايت ، مب)
21	2 مب
22	4 مب
23	8 مب
24	16 مب
25	32 مب
26	64 مب
27	128 مب
28	256 مب
29	512 مب
30	1024 مب (1 جيجابايت ، 1 جب)
31	2 جب
32	4 جب
33	8 جب
34	16 جب
35	32 جب
36	64 جب

جدول 2-3 عدد خطوط مسار العناوين وكمية الذاكرة

هذه الأطراف وغيرها سيأتي الكلام بالتفصيل عنها فيما بعد نظرا لأن عددها وشكل الإشارة عليها يختلف من معالج لآخر . من أهم الأطراف التي يجب أن

نأخذ فكرة عنها هي طرف التزامن CLOCK وعلى هذا الطرف يتم إدخال نبضات كهربية بمواصفات معينة وتردد معين يحدد على حسب نوع شريحة المعالج . هذه النبضات CLOCK هي ساعة التوقيت الخاصة بالمعالج حيث يحدد زمن تنفيذ أى عملية يقوم بها المعالج بعدد معين من هذه النبضات يجب ألا تتعده ، ولذلك فإن تردد هذه النبضات يعتبر خاصية من الخواص التي يعرف بها المعالج حيث بها أساسا تحدد سرعة المعالج . فى حالة المعالجات 8 بت يكون تردد التزامن CLOCK اثنين ونصف ميگاهرتز تقريبا قد تزيد أو تقل من معالج لآخر . إن ذلك يعنى أن زمن النبضة الواحدة حوالى نصف ميكروثانية تقريبا ، فإذا علمنا أن عملية جمع مسجلين مثلا تتم بعد 7 من هذه النبضات فلن ذلك يعنى أن عملية جمع المسجلين ستتم فى زمن مقداره ثلاثة ونصف ميكروثانية ! ، فما بالك بالمعالجات التى تبلغ نبضات الساعة لها الآن 400 أو 500 ميگاهرتز . جدول 2-3 يبين عدد خطوط مسار العناوين ومسار البيانات فى بعض المعالجات ، وكذلك سنة ظهور كل واحد منها . هذا الجدول يبين أيضا كمية الذاكرة التى يمكن لكل معالج من هذه المعالجات أن يتعامل معها . يبين الجدول أيضا تردد نبضات الساعة لكل معالج كمقياس لسرعة تنفيذ الأوامر . حاول دراسة هذا الجدول لتتبين التطور السريع فى بناء المعالجات .

رقم المعالج	سنة الظهور	عرض المسجلات	مسار العناوين	مسار البيانات	المدى العنوائى	تردد نبضات الساعة
8080	1974	8 بت	16 بت	8 بت	64 ك بايت	2 م هرتز
8085	1976	8 بت	16 بت	8 بت	64 ك بايت	2 م هرتز
Z80	1977	8 بت	16 بت	8 بت	64 ك بايت	4-2 م هرتز
8086	1978	16 بت	20 بت	16 بت	1 م بايت	6-16 م هرتز
80186	1980	16 بت	20 بت	16 بت	1 م بايت	6-16 م هرتز
80286	1982	16 بت	24 بت	16 بت	16 م بايت	12-20 م هرتز
80386	1985	32 بت	24 بت	16 بت	16 م بايت	16-40 م هرتز
80486	1989	32 بت	32 بت	32 بت	4 ج بايت	25-66 م هرتز
Pentium	1993	32 بت	32 بت	64 بت	4 ج بايت	60-200 م هرتز
Pentium Pro	1995	32 بت	36 بت	64 بت	64 ج بايت	150-200 م هرتز

جدول 2-3 معلومات عامة عن المعالجات التى سيتناولها هذا الكتاب

2-6 شرائح المعالجات ذات 8 بت 8 bit microprocessors

سندقق النظر فى هذا الجزء على تركيب شريحتين من شرائح الجيل الثانى من المعالجات وهى الشرائح Intel8085 و Z80 ولقد اختيرت هذه الشرائح بالذات لأنها هى الأكثر استخداما وكانت وما زالت الأسهل فى التعلم والأبسط فى التركيب والأنسب لتقديم فكرة المعالج وكيفية عمله وبرمجته للمتعلمين الجدد فى هذا المجال .

2-6-1 الشريحة Intel8085

شكل (2-5) يبين المحتويات التفصيلية لشريحة المعالج 8085 ومن هذا الشكل يمكننا ملاحظة الآتى :

1. نلاحظ وجود الحد الأدنى من المسجلات والعدادات الذى ذكرناه من قبل وهو مسجل تراكم واحد A وعداد برنامج PC ومسجل ومشفّر للأوامر IR ومسجل مكدسة SP ومسجل حالة SR بالإضافة لوحدة الحساب والمنطق وستة من المسجلات العامة .

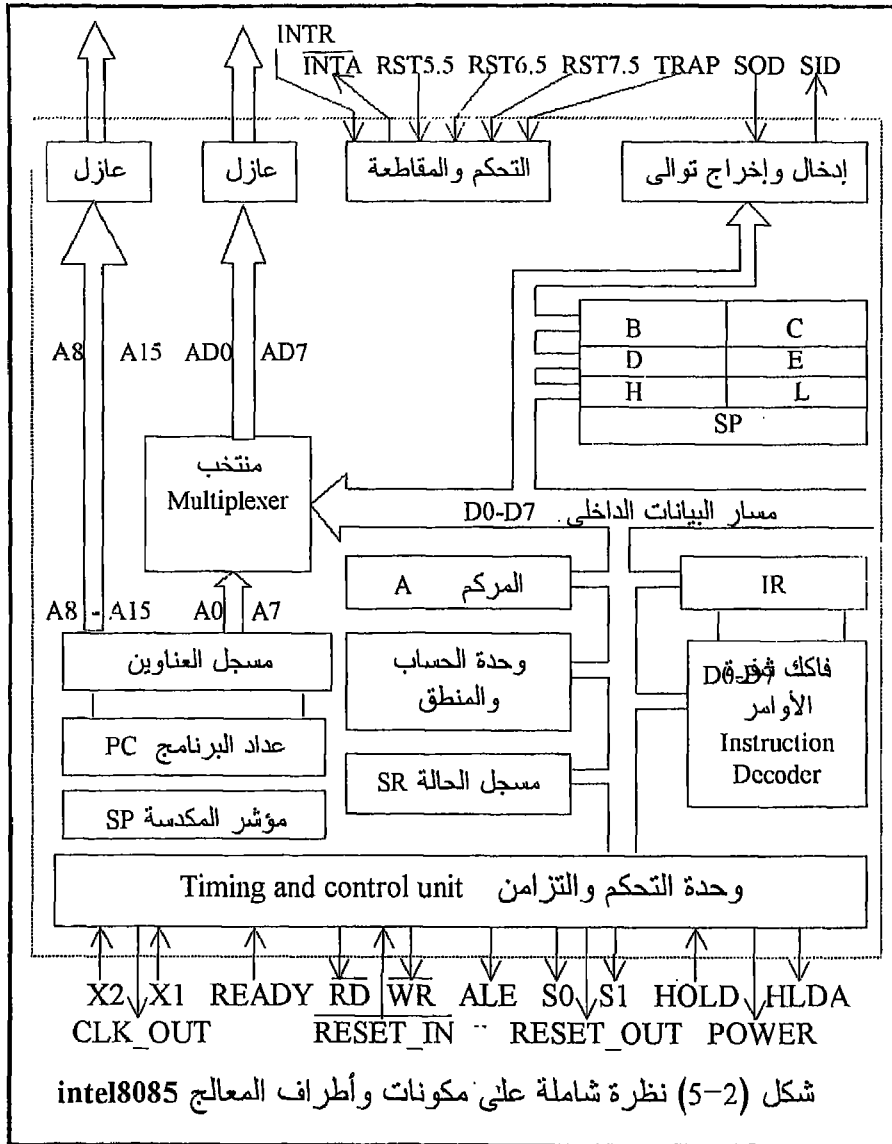
2. لاحظ وجود مسجل للعناوين Address register وهذا المسجل 16 بت يحتوى عنوان أى مكان فى الذاكرة يراد التعامل معه . النصف العلوى من أى عنوان A8-A15 يخرج من مسجل العناوين إلى خارج الشريحة مباشرة من خلال عازل Buffer ، وأما النصف الأول A0-A7 فإنه يدخل أولا على مازج Multiplexer يقوم بدمج إشارة هذه الخطوط فى تتابع زمنى محدد مع الإشارة القادمة من مسار البيانات وإرسال الإشارتين على نفس الخطوط حيث تخرج إلى خارج الشريحة من خلال عازل أيضا . إن عملية المزج هذه التى يقوم بها المازج يقصد بها تقليل عدد أرجل الشريحة وأما كيفية فصل الإشارتين ثنائية فسوف يتم الحديث عنه بالتفصيل فى فصل قادم .

3. عدد الأطراف الخارجة من الشريحة 40 طرفا سيأتى الحديث عن كل طرف وشكل الإشارة الموجودة عليه فى فصل قادم أيضا إن شاء الله . الخط المنقط فى شكل (2-5) عبارة عن حدود للشريحة يبين الأطراف الخارجة منها والتى من خلالها يتم الاتصال بين خارج الشريحة وداخلها . اتجاه السهم على هذه الخطوط يبين أيضا اتجاه الإشارة على كل منها إذا كانت داخلة للمعالج أم خارجة منه .

2-6-2 المعالج Z80

كما نلاحظ من شكل (2-6) فإن أساس تركيب الشريحة Z80 هو نفسه أساس تركيب الشريحة Intel8085 من حيث وجود المسجلات الأساسية مثل عداد البرنامج ومسجل ومشفّر الأوامر ومسجل التراكم وعدد من المسجلات العامة

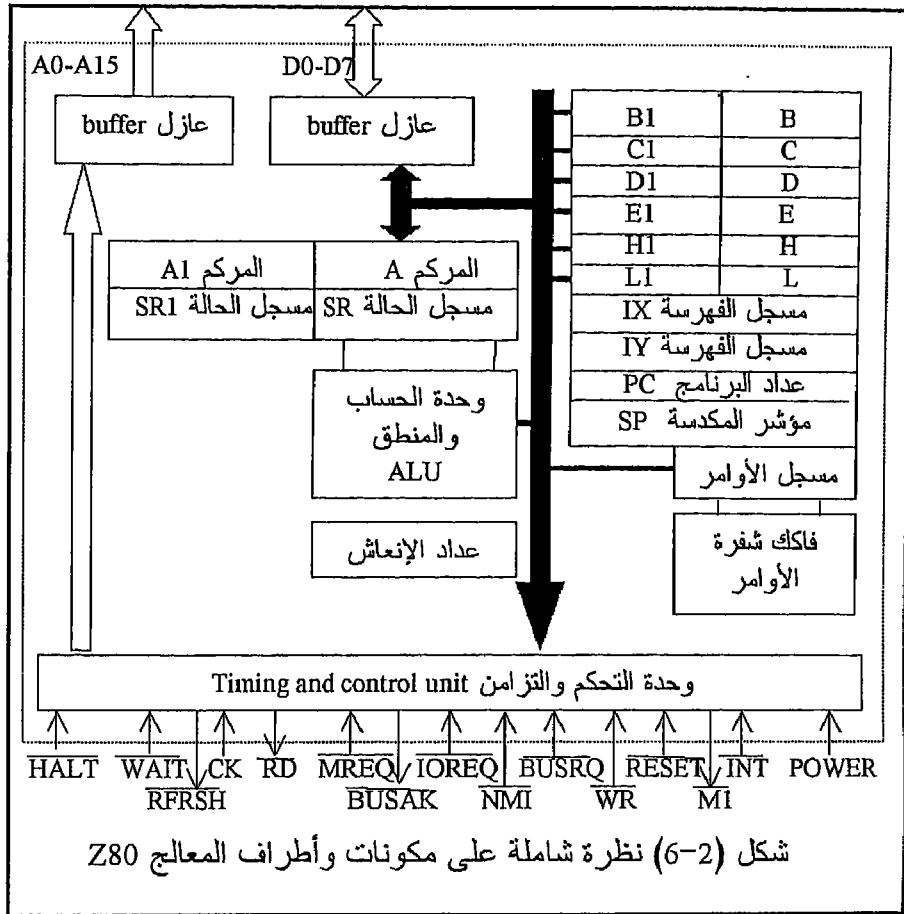
ووحدة الحساب والمنطق ووحدة التحكم والتزامن ، لكن كما ذكرنا من قبل دائما تكون هناك بعض الاختلافات عن هذا الأساس وتتمثل هذه الزيادات في حالة الشريحة Z80 فيما يلي :



1. معظم مسجلات الشريحة Z80 تم مضاعفتها فهناك مثلا مسجلين للتراكم A و A1 ومسجلين للحالة SR و SR1 وجميع المسجلات العامة تم مضاعفتها

أيضا كما هو موضح في شكل (2-6) وذلك سيكون له ميزة عظيمة في عملية البرمجة كما سنرى .

2. تم زيادة المسجلين IX و IY وكل منهما 16 بت وهذان المسجلان يستخدمان في طرق مختلفة لعنونة الذاكرة كما سيتضح فيما بعد .



3. تم زيادة عداد إنعاش الذاكرة والذي يستخدم في عملية إنعاش الذاكرة الديناميكية لأنه كما نعلم فإن الذاكرة الديناميكية تحتاج دائما لعملية تجديد أو إنعاش أو إعادة تخزين لمحتوياتها بعد فترات زمنية محددة وإلا فإنها تفقدتها بعد زمن مقداره بعض ميللثانية .

4. نظرة شاملة على الأطراف الخارجية للمعالج Z80 سنجد أن له عدد 40 طرفا لها تقريبا نفس الوظائف الخاصة بأطراف المعالج Intel8085 وإن اختلفت المسميات وسنعرف ذلك بالتفصيل عند دراسة الخواص والوظائف المختلفة لكل

طرف . الخط المنقط فى شكل (2-6) عبارة عن حدود للشريحة يبين الأطراف الخارجية منها والتي من خلالها يتم الاتصال بين خارج الشريحة وداخلها . اتجله السهم على هذه الخطوط يبين اتجاه الإشارة على كل منها إذا كانت داخلة للمعالج أم خارجة منه .

7-2 تمارين

1. اذكر المهام الأساسية التى من المفروض أن يقوم بها أى معالج ؟
2. لماذا يعتبر مسجل التراكم من أهم المسجلات فى المعالج ؟
3. كم عدد بتات مسجل التراكم فى المعالجات التى ندرسها فى هذا الكتاب ؟ ولماذا هذا العدد بالذات ؟ وماذا يحدث لو نقص هذا العدد أو زاد ؟
4. هل تصنف مسجل التراكم من المسجلات عامة الأغراض general purpose registers أم المسجلات خاصة الأغراض dedicated registers ؟
5. ما هى وظيفة عداد البرنامج PC ؟ وكم عدد بتاته ؟ ولماذا يرتبط عدد بتاته بعدد بتات مسار العناوين ؟
6. ماذا يحدث لو أن عدد بتات عداد البرنامج كان ثمانية بدلا من 16 فى المعالجات التى ندرسها ؟ وماذا يحدث لو أن هذا العدد كان 20 مثلا ؟
7. ما هى وظيفة مسجل الأوامر IR ؟ وكم عدد بتاته ؟ وهل يرتبط هذا العدد بمسار البيانات data bus أم بمسار العناوين address bus ؟
8. ما هى وظيفة مسجل الحالة SR ؟ اذكر الأعلام الموجودة فى مسجل الحالة للمعالج الذى تهتم بدراسته فى هذا الكتاب ، ومتى يكون كل علم من هذه الأعلام واحدا ومتى يكون صفرا ؟
9. هل مسجل الحالة ومسجل الأوامر وعداد البرنامج تصنف على أنها مسجلات عامة الأغراض أم خاصة الأغراض ؟
10. على ضوء المهام المنوطة بالمعالج ، هل تشعر أن أيا من المسجلات السابقة يعتبر زائدا ويمكن الاستغناء عنه ؟
11. ما هى محتويات كل علم من الأعلام بعد إجراء العمليات التالية :

10101111	10101111	01101110	11011101
<u>11110001 XOR</u>	<u>11110001 AND</u>	<u>00101111-</u>	<u>10011001+</u>
12. هل يحتوى المعالج الذى تهتم بدراسته على مسجلات عامة الأغراض غير مسجل التراكم ؟ أذكر هذه المسجلات ، وما فائدتها ؟ وهل يمكن الاستغناء عنها ؟
13. وضح بالرسم تركيب المعالج الذى تهتم بدراسته ؟

14. الكلية التى ندرس بها فيها 200 عضوا هيئة تدريس ، مطلوب إعطاء شفرة ثنائية لكل واحد منهم ، وكم سيكون عدد بتات هذه الشفرة ؟ هذه الشفرة الثنائية ، هل يمكن التعرف على أنها بمثابة عنوان للشخص ؟
15. شفرة ثنائية مكونة من 5 بتات ، كم عدد العناوين التى يمكن تشفيرها بهذا العدد من البتات ؟
16. كم عدد الخطوط (البتات) فى مسار العناوين فى المعالج الذى تدرسه ؟
17. ما مقدار كمية الذاكرة التى يستطيع أن يتعامل معها هذا المعالج ؟
18. ما هو تأثير زيادة أو نقصان عدد الخطوط فى مسار العناوين لأى معالج ؟
19. لدينا 16 راكبا نريد نقلهم من مكان إلى مكان آخر باستخدام أتوبيس يسع 8 ركاب فقط ، كم عدد المشاوير التى سيقوم بها الأتوبيس ؟ لو استخدمنا أتوبيس يسع 16 راكبا ويسير بنفس سرعة الأول ، كم سيكون عدد المشاوير؟ وأى الوسيلتين أسرع ؟
20. لو شبهنا الأتوبيس بمسار البيانات للمعالج ، وسعة الأتوبيس بعدد البتات (الخطوط) فى هذا المسار ، أيهما سيكون أفضل من حيث السرعة فى نقل المعلومات ، المعالج ذو 8 بتات أم ذو 16 بتا ؟

الفصل الثالث

برمجة المعالج

Microprocessor Programming

1-3 مقدمة

بعد أن أخذنا فكرة عامة عن وظيفة ومهمة كل مسجل من مسجلات شريحة المعالج سنتعرض في هذا الفصل وبعض الفصول القادمة إلى كيفية برمجة هذه الشريحة وهذا هو الشق الأول من دراسة شرائح المعالجات كما ذكرنا ، وأما الشق الآخر وهو مواجهة المعالج فإن ذلك سيكون في فصول قادمة أخرى إن شاء الله . سنتعرض في هذا الفصل لدراسة الأفكار العامة عن لغة التجميع (الأسمبلى) دون أن نخص بالذكر أى شريحة معينة حيث سيعقب هذا الفصل فصل خاص بلغة الأسمبلى والأوامر الخاصة بكل واحدة من شرائح المعالج Intel8085 و Z80 .

2-3 لغات الحاسب Computer languages

لغات الحاسب يمكن تقسيمها إلى قسمين أساسيين :
القسم الأول : وهو اللغات التى تعتمد على الماكينة machine dependent languages وكل لغة من هذا النوع تكون مصممة لماكينة معينة وما يتوافق منها مع ماكينة معينة ليس بالضرورة أن يتوافق مع الماكينات الأخرى . من أمثلة هذا النوع من اللغات ، لغة الماكينة machine language ولغة الأسمبلى assembly language حيث أن كل معالج له مجموعة الأوامر الخاصة به التى عادة لا تتوافق مع المعالجات الأخرى . فأنت مثلا إذا كتبت برنامجا بلغة الأسمبلى الخاصة بالشريحة MC6800 فإن هذا البرنامج لا يمكن أن ينفذ مع الشريحة Intel8085 أو الشريحة Z80 .
القسم الثانى : هو اللغات التى لا تعتمد على الماكينة machine independent language ومن أمثلة هذه اللغات جميع اللغات ذات المستوى العالى high level languages مثل الفورتران والبسكال و PL/1 و PL/C وغير ذلك من هذه اللغات التى تعد بالمئات الآن .

3-3 ما هو الأمر؟

الأمر معناه الكود أو الشفرة الثنائية التى تعطى للمعالج والتى على أثرها يقوم بعمل فعل معين . هذا الفعل قد يكون عملية جمع رقمين أو إحضار معلومة من الذاكرة أو غير ذلك من الأفعال التى يستطيع المعالج القيام بها . من أمثلة هذه الشفرات الثنائية الشفرة 10000000 والتى معناها اجمع محتويات المسجل B مع

مسجل التراكم A وضع النتيجة في المسجل A . كما نرى فإن المعالج يتعرف فقط على الشفرات الثنائية ولا يعرف أى نوع آخر من الشفرات سواء كانت حرفية أو ثمانية أو ست عشرية . لقد سبق تعريف كل من الأمر والبرنامج فى الفصل الأول بصورة عامة ولكننا أعدنا تعريفهما فى هذا الفصل بشيء من التفصيل .

4-3 ما هو البرنامج ؟

```
00111010
01100000
00000000
01000111
00111010
01100001
00000000
10000000
00110010
01100010
00000000
```

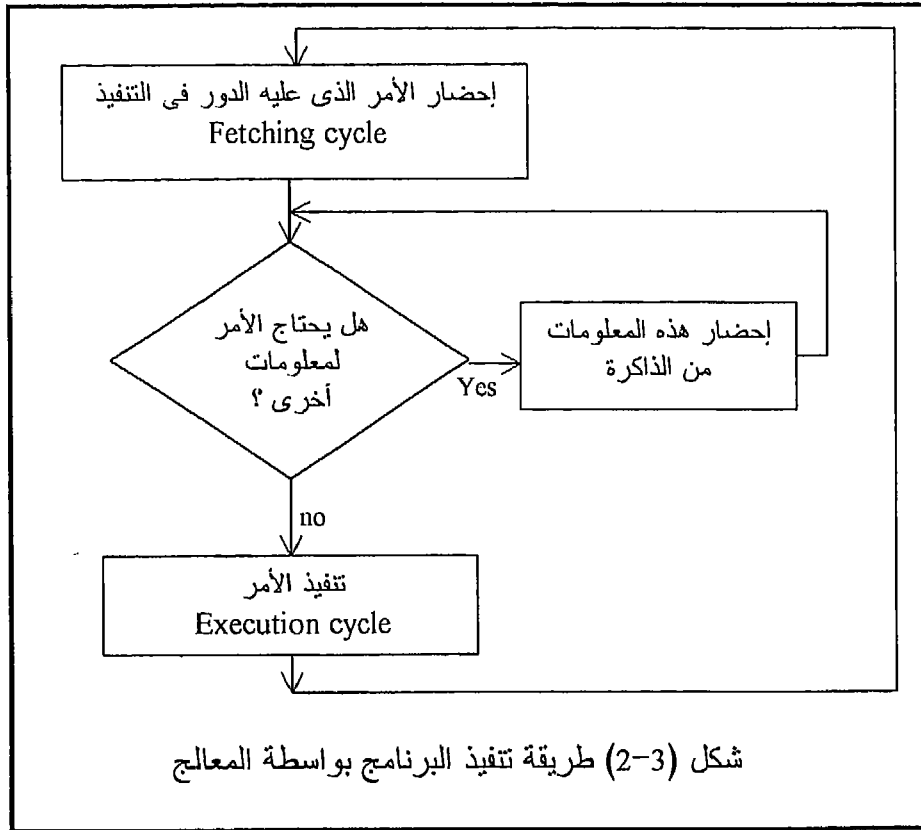
شكل (3-1) برنامج يجمع محتويات العنوان 60H مع العنوان 61H
ويضع النتيجة فى العنوان 62H

البرنامج عبارة عن مجموعة من الأوامر التى ينتج عن تنفيذها مجتمعة هدف أو عمل معين كإدارة موتور مثلا أو التحكم فى متغير معين أو التعرف على معلومة معينة من بين الكثير من المعلومات . يجب أن يحتوى البرنامج أو يحدد مصدر أى معلومة يتم استخدامها بواسطته ، فمثلا لإجراء عملية جمع لرقمين لابد وأن يحدد البرنامج أين يوجد الرقمان وأين ستوضع النتيجة . يمكن النظر لأى برنامج على أنه مجموعة من الشفرات الثنائية المخزنة فى الذاكرة فى انتظار أن يقوم المعالج بتنفيذها . كمثال على ذلك أنظر إلى البرنامج الموجود فى شكل (3-1) دون أن تبدل أى مجهود فى محاولة فهمه الآن . إن هذا البرنامج يقوم بجمع محتويات عنوان الذاكرة رقم 60H مع محتويات العنوان رقم 61H ويضع النتيجة فى العنوان 62H ، إن الحرف H يعنى أن هذه الأرقام مكتوبة بالنظام الست عشري . هذا البرنامج نقول أنه مكتوب بلغة الماكينة machine language وعادة يطلق عليه اسم برنامج الهدف object program .

3-5 كيف يقوم المعالج بتنفيذ البرنامج ؟

شكل (3-2) يبين الخطوات التي يقوم بها المعالج لكي يتم تنفيذ أى برنامج وهى كالتالى :

1. يقوم المعالج (وحدة التحكم بداخله) بقراءة الأمر الأول من الذاكرة وتخزينه فى مسجل الأوامر IR .



2. يقوم المعالج بفك شفرة هذا الأمر أو بمعنى آخر يتم التعرف على هذا الأمر من بين قائمة أوامر المعالج/ وعلى ضوء هذا التعرف يقرر المعالج إذا كان هذا الأمر سيحتاج لمعلومات أخرى من الذاكرة لكي تتم عملية التنفيذ أم لا ؟ وإذا كان الأمر سيحتاج لمثل هذه المعلومات يقوم المعالج بإحضارها أيضا من الذاكرة. بذلك تنتهى المرحلة الأولى من مراحل تنفيذ الأمر الأول وهى مرحلة الإحضار fetching cycle .

3. بمجرد الانتهاء من مرحلة أو دورة الإحضار تبدأ مرحلة التنفيذ execution cycle حيث يقوم مشفر الأوامر مع وحدة التحكم بإرسال الإشارات المناسبة إلى وحدة الحساب والمنطق التي تقوم بتنفيذ هذا الأمر .
4. بعد الانتهاء من مرحلة تنفيذ الأمر الأول يرجع المعالج إلى الخطوة الأولى حيث يبدأ في عملية إحضار الأمر الثاني ثم يتم تنفيذه ثم يبدأ في عملية إحضار الأمر الثالث وتنفيذه وهكذا حتى ينتهي البرنامج .

3-6 طريقة كتابة البرنامج للمعالج

3-6-1 الشفرات الثنائية Binary codes

- إن الناظر لأول وهلة في البرنامج المكتوب بلغة الماكينة في شكل (3-1) سيصاب بالذهول وسيقول : هل من المعقول أن أكتب كل هذا العدد من الواحيد والأصفار في برنامج لا يتعدى الأربع خطوات ؟ بالطبع إن ذلك حق لأن كتابة البرامج بلغة الماكينة تصاحبها بعض العيوب والتي نوردتها فيما يلي :
1. هذه البرامج تأخذ وقتاً طويلاً في إدخالها للذاكرة لأننا نكتبها بت بُعد بت .
 2. مثل هذه البرامج من الصعب فهمها أو متابعتها أو تصحيح أى خطأ فيها وذلك لأن الأعداد الثنائية عبارة عن نماذج من الواحيد والأصفار التي يصعب التفريق بينها خاصة بعد فترة عمل طويلة مع هذه الأرقام .
 3. شكل هذا البرنامج لا يعطى أى دلالة على الغرض منه ، على العكس من برامج الباسيك أو حتى الأسمبلى كما سنرى بعد قليل فإنه بعد نظرة فاحصة على البرنامج تستطيع أن تخبر ما الغرض منه .
 4. من السهل أن يقع المبرمج في الكثير من الأخطاء أثناء كتابة هذه البرامج ومن الصعب عليه جداً استخراج هذه الأخطاء فيما بعد .
- كمثال على ذلك سنكتب البرنامج السابق الموجود في شكل (3-1) مرة أخرى في شكل (3-3) وبجانبه صورة منه تحتوى على خطأ معين وحاول استخراج هذا الخطأ !! ما رأيك الآن لو كان البرنامج مكوناً من عشرات أو حتى مئات من السطور هل تستطيع استخراج أخطائه كلها ؟ لاحظ أنك في شكل (3-3) أمامك الصورة الصحيحة والصورة الخطأ وأنت فقط تقارن الاثنين ولكن عادة في الوضع الحقيقى فإنه لن تكون أمامك الصورة الصحيحة للبرنامج ولكنك أخبرت بأن البرنامج به خطأ وعليك استخراجاه ، بالطبع فإن هذه ستكون عملية شاقة .

3-6-2 الشفرات الست عشرية Hexadecimal codes

من الممكن تسهيل عملية كتابة البرامج بلغة الماكينة عن طريق استخدام نظام آخر غير النظام الثنائى وليكن مثلاً النظام الست عشري أو النظام الثمانى وسنعرض

هنا للنظام الستعشرى فقط على أساس أنه الأكثر شيوعا وأنه الأسهل فى عملية الكتابة لأن عدد خانات العدد بالنظام الستعشرى تكون عادة أقل منها فى النظام الثمانى .

00111010	00111010
01100000	01100000
00000000	00000000
01000111	01000111
01110010	00111010
01100001	01100001
00000000	00000000
10000000	10000000
00110010	00110010
00110010	00110010
00000000	00000000

شكل (3. 3) صعوبة استخراج الأخطاء فى ظل الكتابة بلغة الماكينة

شكل (3-4) يبين برنامج الجمع السابق وقد تمت كتابته هذه المرة بالنظام الستعشرى . من هذا الشكل نلاحظ أن عملية كتابة البرامج باستخدام النظام الستعشرى وكذلك عملية فحص البرنامج واستخراج الأخطاء منه ستكون أسهل بكثير من استخدام النظام الثنائى فى ذلك . المشكلة الآن هى أنه كما سبق وذكرنا أن المعالج لا يعرف سوى الإشارات المكتوبة بالنظام الثنائى فقط (وحايد وأصفار) فما هو الحل وقد كتبنا البرنامج بالنظام الستعشرى كما هو فى شكل (3-4) ؟ إن الحل لهذه المشكلة هو تحويل هذه الأوامر من الصورة الستعشرية إلى الصورة الثنائية قبل أن يتم إدخالها فى الذاكرة !! ولكن من سيقوم بعملية التحويل هذه ؟ بالطبع إذا قام بها المستخدم فقد رجعنا إلى المشكلة الأولى وذلك لصعوبة عملية التحويل . إن هذه المهمة ، مهمة التحويل من الصورة الستعشرية إلى الصورة الثنائية ، هى مهمة سهلة جدا لأن يقوم بها المعالج نفسه عن طريق كتابة برنامج بلغة الماكينة (فى النظام الثنائى) يتلقى الأوامر من المستخدم بالنظام الستعشرى ثم يقوم هو (البرنامج) بتحويلها إلى النظام الثنائى وتحميلها فى الذاكرة . إن هذا البرنامج يسمى "محمل النظام الستعشرى" hexadecimal loader .

لقد حل النظام الستعشرى مشكلة صعوبة كتابة البرامج واستخراج الأخطاء منها إلى حد ما ، ولكن بقيت المشكلة الأخرى وهى أننا ما زلنا نتعامل مع أرقام صماء

كشفرات للأوامر لا تحمل أى دلالة عن ماذا يفعل هذا الأمر أو ذاك . فمثلا الرقم 3A هو شفرة لأمر معين ولكننا لا نستطيع مثلا أن نميز ذلك الأمر فقد يكون هذا الرقم مثلا جزءا من عنوان كالأرقام 60, 61, 62 وغيرها ، وحتى إذا عرفنا أنه شفرة لأمر فلن نستطيع معرفة ماذا يفعل هذا الأمر إلا إذا رجعنا إلى كتالوج خاص بذلك .

3A
60
00
47
3A
61
00
80
32
62
00
شكل (3-4) نفس البرنامج الموجود فى شكل (3-3) ولكن مكتوب بالنظام الستشرى

3-6-3 الشفرات الحرفية Mnemonics codes

إنها لفكرة عظيمة لو أننا فهمنا المقصود من كل أمر من الأوامر وأعطينا كل واحدا منها كودا أو شفرة مكونة من ثلاثة أو أربعة أحرف على الأكثر على أن تكون هذه الأحرف من الأحرف الأبجدية التى تدل تقريبا على ما يقوم به المعالج عند تنفيذ هذا الأمر . فمثلا أمر الجمع يكون ADD التى هى اختصارا لكلمة Addition يعنى جمع ، وأمر الطرح يكون SUB وجاءت من Subtraction بمعنى طرح وهكذا مع باقى الأوامر كما سنرى فيما بعد . إن هذه الاختصارات هى ما يسمى بلغة التجميع Assembly language أو أحيانا تسمى Mnemonics codes بمعنى الشفرات التى من السهل تذكرها حيث كلمة mnemonics تعنى المساعد لعملية التذكر ، وهى كذلك فى الحقيقة ، إذ الآن بوضع الأوامر فى هذه الصورة الحرفية أصبح من السهل تذكرها بل ومن السهل أن تخبر ماذا يفعل الأمر بمجرد النظر إليه . ما أروعها لو أن العرب قد سبقوا فى هذا المجال وفرضوا الكلمات طرح وجمع بدلا من SUB و ADD !.....

يقوم كل صانع لشريحة من شرائح المعالج بتزويدها بقائمة أو كتالوج يحتوى على هذه الاختصارات الحرفية mnemonics ، ولذلك فإنك ستجد أن اختصارات كل

شركة منتجة تختلف عن اختصارات الشركات الأخرى وسوف نرى ذلك فى الفصول القادمة إن شاء الله . إن أى برنامج مكتوب بهذه الاختصارات يقال عنه أنه مكتوب بلغة الأسمبلى . شكل (3-5) يبين البرنامج الموجود فى شكل (3-4) والذي سبق كتابته بالشفرات الست عشرية وقد كتبت جميع أوامره هذه المرة بلغة الأسمبلى لأحد المعالجات ، انظر لهذا البرنامج وحاول توقع ماذا يفعل كل أمر من هذه الأوامر قبل أن ندرسها بالتفصيل .

نحن هنا أيضا أمام مشكلة ترجمة هذه الشفرات الحرفية mnemonics التى لا يستطيع المعالج التعرف عليها إلى شفرات ثنائية يعرفها المعالج ، وكما هى الحال مع الشفرات الست عشرية فإننا سنترك أمر هذه الترجمة ليقوم بها المعالج نفسه عن طريق برنامج مكتوب لهذا الغرض يقوم المعالج بتنفيذه فيحول هذه الشفرات الحرفية إلى الشفرات الثنائية المطلوبة . هذا البرنامج يطلق عليه الأسمبلر Assembler . على ذلك نستطيع القول أن الأسمبلر هو برنامج مكتوب بلغة الماكينة يقوم بتحويل البرنامج المكتوب بلغة الأسمبلى (الشفرات الحرفية) إلى برنامج مكتوب بلغة الماكينة . عادة يطلق على البرنامج المكتوب بلغة الأسمبلى "برنامج المصدر" source program والبرنامج المكتوب بلغة الماكينة "برنامج الهدف" object program . شكل (3-6) يبين رسما توضيحيا للدور الذى يقوم به الأسمبلر .

إن المقابل الذى يدفعه المستخدم نتيجة استخدامه للغة الأسمبلى يكون أولا فى كمية الذاكرة التى يشغلها برنامج الأسمبلر حيث أن هذا البرنامج لابد وأن يشغل كمية من الذاكرة الأساسية للميكروكمبيوتر وثانيا بعض التأخير الذى يحدث نتيجة الوقت الذى يأخذه الأسمبلر فى عملية الترجمة . وكما نعرف فإنه ليس هناك شئ كامل على الإطلاق ، لذلك فإننا نستطيع أن نلخص بعض عيوب لغة الأسمبلى فيما يلى :

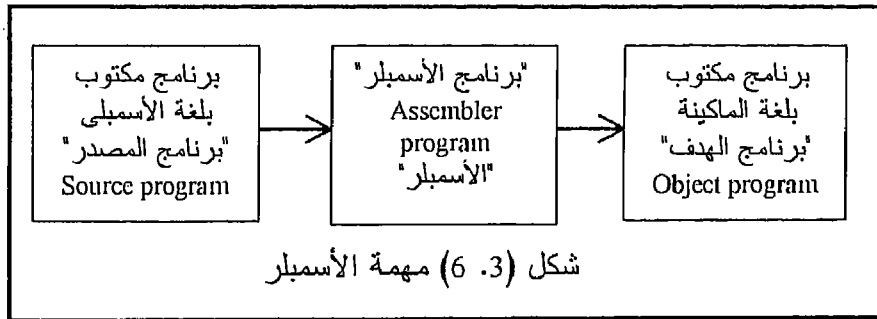
1. مازالت هذه الاختصارات الحرفية غير كافية للدلالة على معنى الأوامر المختلفة حيث مازالت صيغ الأوامر بعيدة كل البعد عن اللغة العادية التى يستخدمها الإنسان وأيضا بالمقارنة بأوامر اللغات ذات المستوى العالى فإن لغة الأسمبلى تعتبر الأصعب فى التعلم .
2. لكى تستخدم هذه اللغة لابد من المعرفة الكاملة بمكونات المعالج ، المسجلات الموجودة بداخله ، وطريقة المعالج فى التعامل مع الذاكرة وغير ذلك من الأمور الغير موجودة فى اللغات ذات المستوى العالى .
3. هذه اللغة كما ذكرنا من قبل تعتبر من اللغات التى تعتمد على الماكينة ، فأنت إذا كتبت برنامجا للمعالج Z80 فلن تستطيع استخدامه مع المعالج MC6800 مثلا.

```

LDA
60
00
MOV B,A
LDA
61
00
ADD B
STA
62
00

```

شكل (3-5) البرنامج الموجود في شكل (3-4) وقد كتب هذه المرة بلغة الأسمبلي



7-3 اللغات ذات المستوى العالي High level languages

لقد تم التغلب على الكثير من الصعوبات والعيوب المصاحبة للغة الأسمبلي باستخدام اللغات ذات المستوى العالي . إن كل أمر من أوامر أى لغة من هذه اللغات يدل أو يقوم بعملية مركبة على عكس لغة الأسمبلي فإن كل أمر فيها يقوم بعملية أولية . فمثلا برنامج الجمع السابق الذى يجمع رقمين موجودين فى الذاكرة والذى تمت كتابته فى أحد عشر سطرا باستخدام لغة الأسمبلي يمكن كتابته فى سطر واحد باستخدام لغة الباسيك كما يلى :

SUM = NUM1 + NUM2

لذلك فإن أى أمر من أوامر أى لغة من اللغات ذات المستوى العالى هو فى الحقيقة مجموعة من أوامر لغة الأسمبلى . إن ما يقوم به برنامج الأسمبلى فى حالة لغة الأسمبلى يقوم به برنامج آخر يسمى "برنامج المؤلف" أو الجامع أو المصنف compiler program فى حالة اللغات ذات المستوى العالى ، حيث يقوم هذا المؤلف بترجمة الأوامر المكتوبة باللغات ذات المستوى العالى إلى لغة الماكينة أو الشفرات الثنائية التى يقبلها المعالج . هذه اللغات ليست موضوع دراستنا فى هذا الكتاب لذلك سنكتفى بهذا القدر من الكلام عنها .

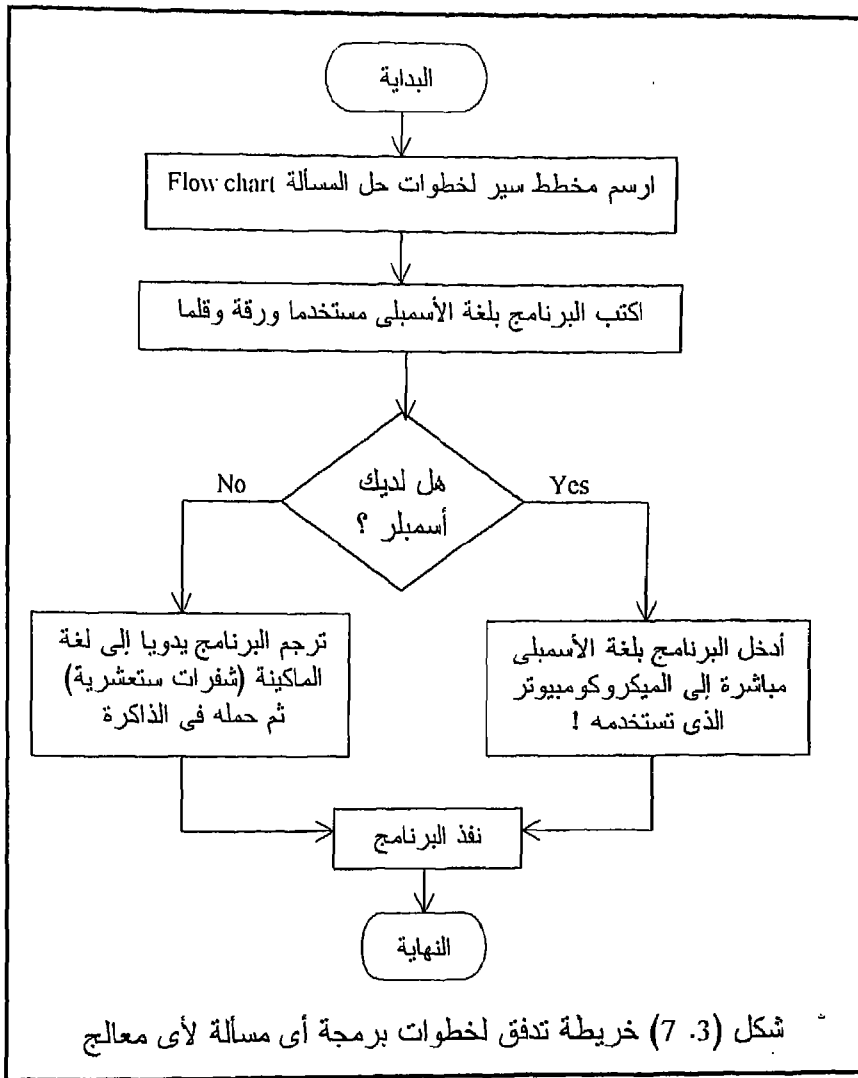
3-8 خطوات كتابة برنامج بلغة الأسمبلى

الآن وقد عرفنا الفرق بين لغة الماكينة ولغة الأسمبلى فبأى صورة سنكتب برنامجنا ؟ الإجابة على ذلك ستتوقف على إمكانيات الميكروكومبيوتر الذى نتعامل معه سواء فى بيتك أو فى معملك . إذا كان لديك برنامج الأسمبلى فإنه بالطبع من الأفضل أن تكتب برنامجك بلغة الأسمبلى على الحاسب بنفس الشكل ثم تطلب من الأسمبلى أن يقوم بعملية الترجمة وإدخال البرنامج إلى الذاكرة ، أما إذا لم يكن لديك أسمبلى فليس أمامك من خيار سوى الكتابة بلغة الماكينة أو الشفرات الستشرية فى الذاكرة مباشرة . شكل (3-7) يبين خريطة تدفق أو مخطط سير flow chart لخطوات حل أى مشكلة باستخدام المعالج .

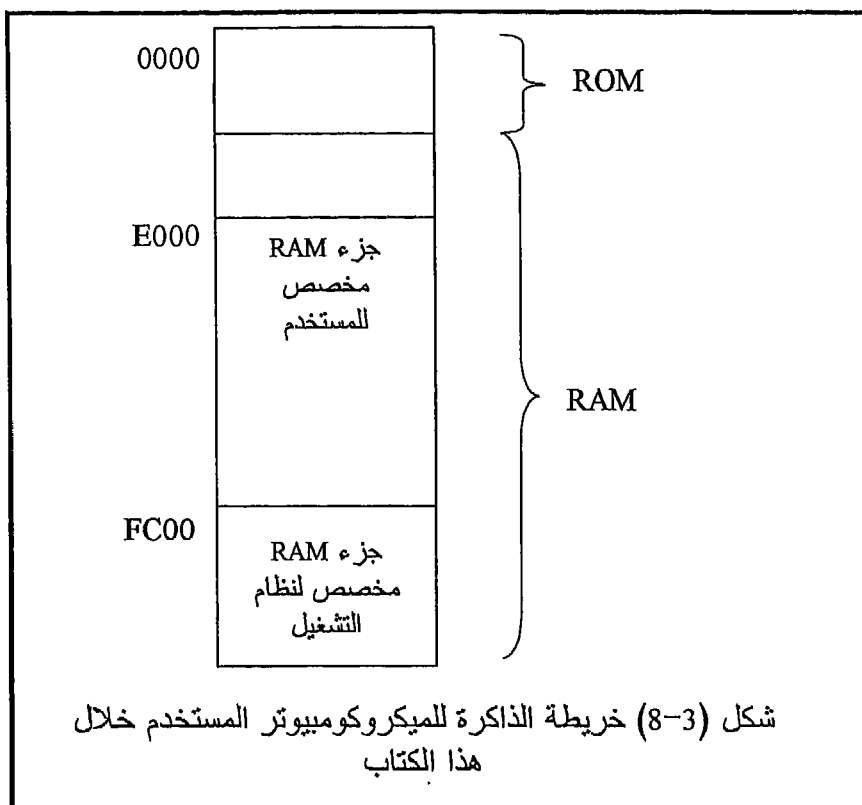
السؤال الآن فى أى مكان فى الذاكرة سنضع البرنامج ؟

للإجابة عن هذا السؤال يجب أن نتصور الذاكرة الخاصة بالجهاز أو الميكروكومبيوتر الذى نستخدمه وقد قسمت إلى ثلاثة أجزاء كالموضحة فى شكل (3-8) . الجزء الأول منها هو ROM أو ذاكرة القراءة فقط وهذه كما ذكرنا فى الفصل الأول لا يمكن للمستخدم أن يسجل فيها أى شئ . الجزء الثانى من الذاكرة هو RAM وهى الجزء الذى يمكن للمستخدم أن يتعامل معه ويجب أن نعلم أن نظام التشغيل الخاص بالجهاز الذى نستخدمه يحجز جزءا من هذه RAM للاستعمال الخاص به والجزء المتبقى يمكن للمبرمج أن يستخدمه . لذلك يجب قبل أن تبدأ فى كتابة برنامجك بلغة الأسمبلى وإدخاله فى الذاكرة أن تعرف أين يقع جزء RAM الخاص بنظام التشغيل حتى لا يتداخل البرنامج الخاص بك معه . إن ذلك يتطلب إلقاء نظرة على ما يسمى بخريطة الذاكرة الخاصة بالميكروكومبيوتر الذى تستخدمه . هذه الخريطة تعتبر شكلا توضيحيا يبين الذاكرة بأكملها من الأول حتى آخر بايت وقد قسمت إلى أجزاء مع التعريف بكل جزء فيما يستخدم وهل هو مشغول أم لا . الآن وقد عرفت الجزء من RAM الذى يمكنك أن تضع فيه برنامجك يجب عليك كمبرمج أن تقسم هذا الجزء إلى

جزأين أيضا ، أحدهما تكتب فيه البرنامج والآخر تخصصه للبيانات التي يحتاجها أو يخرجها البرنامج .



إن عملية تقسيم الذاكرة إلى جزء للبرنامج وآخر للبيانات عملية تعتمد على المبرمج بالدرجة الأولى وعلى البرنامج أيضا ، فقد يكون البرنامج لا يحتاج إلى بيانات أو لا يخرج بيانات على الإطلاق ، فى هذه الحالة فإن كل RAM ستكون للبرنامج ، وقد يكون البرنامج ينتج أو يحتاج للكثير من البيانات ، فى هذه الحالة يجب حجز جزء كاف لهذه البيانات .



مثال 3.1

لدينا مجموعة من الأرقام وليكن عددها 50H رقما ، والمطلوب استخراج أكبر عدد في هذه المجموعة . أين سنكتب البرنامج ؟ وأين سنكتب البيانات (الخمسین رقما) ؟

كما نرى من شكل (3-8) فإن جزء RAM المخصص للمستخدم في الميكروكمبيوتر الذي نستخدمه يبدأ من العنوان E000H وينتهي عند العنوان FC00H . هذه المساحة من RAM يجب أن نقسمها إلى جزء للبرنامج وجزء للبيانات . البيانات المطلوبة هي 50H رقما ويمكن لنا أن نضعها ابتداء من العنوان E100H حتى العنوان E150H . أما البرنامج فيمكن لنا أن نكتبه مثلا ابتداء من العنوان E000H على أساس أن البايتات التي سيحتاجها البرنامج نفسه لن يصل عددها إلى 100H بايت بأي حال من الأحوال وإلا لو زاد عددها عن ذلك فسوف تتداخل مع البيانات عند العنوان E100H وفي هذه الحالة يجب أن نزيح البيانات بعيدا أو نكتب البرنامج بعد البيانات .

عملية تقسيم الذاكرة الموضحة في شكل (3-8) يسمى في مصطلحات الحاسبات بخريطة الذاكرة حيث يبين هذا الشكل جميع الذاكرة الملحقة بالجهاز الذى تستخدمه وفيما يستخدم كل جزء منها ، وهذه الخريطة يجب على أى مستخدم اللغة الأسمبلى أن يتعرف عليها جيدا بالنسبة للحاسب الذى سيستخدمه ، والتقسيم الموضح فى شكل (3-8) سيكون هو التقسيم الذى سنتبعه خلال هذا الكتاب وبالطبع فإن هذه الخريطة تختلف باختلاف الجهاز المستخدم فيجب مراعاة ذلك .

3-9 تمارين

1. ما هو الأمر ؟
2. ما هو البرنامج ؟
3. تخيل أنك تركب سيارة آلية تريد الانتقال بها من المكان (أ) إلى المكان (ب) كما فى شكل (3. 9) هذه السيارة عند كل تقاطع لابد أن تأخذ قرارا من أربعة تحدد اتجاه حركتها كما فى الجدول الموضح فى نفس الشكل . اكتب برنامجا لهذه السيارة بالقرارات ثم بالشفرات الثنائية بحيث عندما تنفذ تنتقل السيارة من المكان (أ) إلى المكان (ب) فى الشكل .
4. هل يمكنك إعطاء اسم للغة الشفرات الثنائية المكتوب بها البرنامج السابق ؟
5. ماذا يحدث لو جعلنا شفرة القرار تتكون من 3 بتات بدلا من 2 ؟ بالطبع فى هذه الحالة سيكون هناك إمكانية لعدد أكبر من القرارات يصل إلى 8 ، افترض هذه القرارات من عندك محاولا تطوير هذه السيارة ؟
6. اشرح باستخدام خريطة تدفق كيف يقوم المعالج بتنفيذ أى برنامج ؟
7. ما هى عيوب كتابة البرامج بالشفرات الثنائية ؟
8. أعد كتابة البرنامج الموجود فى شكل (3-1) مستخدما النظام الثمانى ؟ كم عدد ضربات المفاتيح التى ستنفذها لكى تكتب البرنامج مستخدما هذا النظام ؟ ما نوع المحمل loader الذى ستحتاج إليه فى هذه الحالة ؟ أيهما أفضل فى الكتابة وسهولة استخراج الأخطاء ، النظام الثمانى أم النظام الستعشرى ؟
9. اشرح فائدة استخدام الأسمبلر ؟ ...
10. ما هى عيوب البرمجة باستخدام لغة التجميع مقارنة باللغات ذات المستوى العالى ؟
11. اشرح الفرق بين الأسمبلر والمترجم ؟
12. هل لغة C من اللغات التى تعتمد على الماكينة ؟
13. مطلوب كتابة برنامج يجمع 20 رقما مخزنة فى الذاكرة ، ارسم خريطة للذاكرة تبين عليها أين ستكتب البرنامج وأين ستوضع البيانات ؟

الفصل الرابع

برمجة المعالج Intel 8085

***Programming The Intel 8085
Microprocessor***

1-4 مقدمة

لبرمجة أى معالج لابد من دراسة مجموعة الأوامر الخاصة به ولكى نسهل دراسة هذه الأوامر سنقوم بتقسيمها إلى مجموعات من حيث الوظيفة التى يؤديها كل أمر وسندرس بالتفصيل فى كل مجموعة بعض الأوامر الكثيرة الاستخدام مع التمثيل ببعض الأمثلة ، على أننا سنعرض فى نهاية الفصل لجدول تحتوى على جميع أوامر الشريحة موضوعة فى مجموعات ثم سنعرض أيضا جدولا يحتوى هذه الأوامر مرتبة أبجديا مع نبذة بسيطة عن وظيفة كل أمر وشفرته .

2-4 مجموعة أوامر الانتقال Transfer instructions

يقوم أى أمر من أوامر هذه المجموعة بنقل معلومة من مكان لآخر حيث المكان الذى تخرج منه المعلومة يسمى بالمصدر Source وسنرمز له بالرمز sss وهذا المكان قد يكون مسجلا داخل شريحة المعالج وقد يكون مكانا من أماكن الذاكرة . وأما المكان الذى ستذهب إليه المعلومة فسوف نسميه الهدف Destination وسنرمز له بالرمز ddd وهذا المكان أيضا قد يكون مسجلا داخل شريحة المعالج وقد يكون بايت من بايتات الذاكرة كما سنرى . شكل (1-4) يبين أهم الأوامر الموجودة فى مجموعة أوامر الانتقال الخاصة بالشريحة 8085 والتي تهمنا فى هذه المرحلة من دراسة لغة الأسبلى .

MOV
MVI
LXI
LDA
STA
LHLD
SHLD

شكل (1-4) بعض أوامر الانتقال الكثيرة الاستخدام للشريحة 8085

1-2-4 الأمر MOV

الصورة العامة لهذا الأمر هي :

MOV ddd,sss

مسجل sss ← مسجل ddd

ومعنى هذا الأمر انقل أو حرك (وهذا هو ترجمة كلمة move) المعلومة الموجودة في المصدر sss إلى الهدف ddd ، لاحظ أن المعالج عندما يقوم بنقل معلومة فإنه ينقل صورة منها فقط أما أصل المعلومة فيظل في المصدر ولا يتغير . الصورة العامة لشفرة هذا الأمر الثنائية يمكن كتابتها كما يلي :

01dddsss

حيث sss تستبدل بشفرة مصدر المعلومة سواء كانت مسجلاً أم ذاكرة و ddd تستبدل أيضاً بشفرة الهدف الذى ستلجأ إليه المعلومة سواء كان مسجلاً أم ذاكرة. لاحظ أن هذا الأمر يتكون دائماً من بايت واحدة . راجع شفرات المسجلات فى الفصل الثانى ، جدول 2-1 ، وانظر المثال التالى :

مثال 4-1

1. الأمر MOV A,B

شفرته الثنائية هي 01111000

شفرته الست عشرية هي 78H

هذا الأمر سينقل محتويات المسجل B (صورة منها فقط) إلى المسجل A لاحظ أن المسجل B هو المصدر sss ولذلك استبدلناه بشفرته الثنائية وهي 000 والمسجل A هو الهدف ddd واستبدلناه بشفرته الثنائية 111 لتصبح شفرة الأمر الثنائية هي 01111000 أو 78H فى النظام الست عشري ، ولمزيد من الأمثلة إليك ما يلي :

2. الأمر MOV L,D

شفرته الثنائية هي 01101010

شفرته الست عشرية هي 6AH

3. الأمر MOV C,C

شفرته الثنائية هي 01001001

شفرته الست عشرية هي 49H

هذا الأمر ينقل محتويات المسجل C إلى نفسه وهذا يكافئ تماماً ، لا تعمل شيئاً . مثل هذه الأوامر التى لا تعمل شيئاً لها أهمية كبيرة فى الكثير من التطبيقات كما سيأتى فيما بعد .

فى جميع الأوامر السابقة كنا ننقل المعلومة من مسجل إلى مسجل آخر ، ماذا لو أردنا نقل معلومة من مسجل إلى الذاكرة أو العكس . المثال التالى سيوضح ذلك .

مثال 4-2

1. الأمر MOV M,A

شفرته الثنائية هي 01110111

شفرته الست عشرية هي 77H

هذا الأمر ينقل محتويات المسجل A وهو مصدر المعلومة إلى الذاكرة M وهى الهدف الذى ستذهب إليه المعلومة ، لاحظ أن M استبدلت بالشفرة 110 كما فى جدول 1-2 . السؤال الآن هو : فى أى مكان أو فى أى عنوان فى الذاكرة ستذهب محتويات المسجل A ؟ فى جميع الأوامر التى تتعامل مع الذاكرة بهذا الشكل يكون العنوان موجودا فى زوج المسجلات HL ، أى أن محتويات المسجل A ستذهب إلى بايت الذاكرة التى يوجد عنوانها فى المسجلين H و L . لاحظ أن هذه الطريقة هى ما سنسميها بطريقة التعامل غير المباشر مع الذاكرة عندما سنصنف طرق التعامل مع الذاكرة فى نهاية هذا الفصل .

2. الأمر MOV B,M

01000110

46H

هذا الأمر سينقل محتويات بايت الذاكرة التى يوجد عنوانها فى المسجلين H و L إلى المسجل B .

MVI 2-2-4 الأمر

هذا الأمر معناه "انقل المعلومة الفورية" أى Move the Immediate data إلى الصورة العامة له هى :

MVI ddd,data8

ddd ← data8

هذا الأمر يضع المعلومة المكونة من ثمانية بتات (data8) فى الهدف ddd . الهدف ddd قد يكون مسجلا أو الذاكرة M كما سنرى فى الأمثلة . هذا الأمر يتكون دائما من اثنتين من البايتات . واحدة هى شفرة الأمر operation code واختصارا op code والبايت الأخرى هى المعلومة (data8) . وعلى ذلك ستكون الصورة العامة للشفرة الثنائية لهذا الأمر كالتالى :

00ddd110

data8

حيث ddd تستبدل بشفرة المسجل أو الذاكرة M المراد وضع المعلومة فيها .

مثال 3-4

1. MVI B,53H

الشفرة الثنائية هى : 00000110

01010011

الشفرة الست عشرية هي : 06H

53H

هذا الأمر سيضع المعلومة الفورية أو الثابت 53H فى المسجل B . نفضل أن نسمى مثل هذه المعلومة بالمعلومة الفورية لأنها ليس لها مصدرا وإنما مصدرها هو المستخدم نفسه ، ومن هنا كان الحرف I فى الأمر وهو اختصارا لكلمة Immediate أو فوري وسوف يصادفنا أوامر أخرى تحتوى الحرف I وكلها تتعامل مع معلومات فورية أو ثوابت بهذا الشكل .
من الممكن تحميل معلومة فورية Immediate فى مكان ما فى الذاكرة بحيث يكون عنوان هذا المكان فى المسجلين HL كالتالى :

MVI M,data8 .2

والشفرة الثنائية لهذا الأمر ستكون كالتالى :

00110110

data8

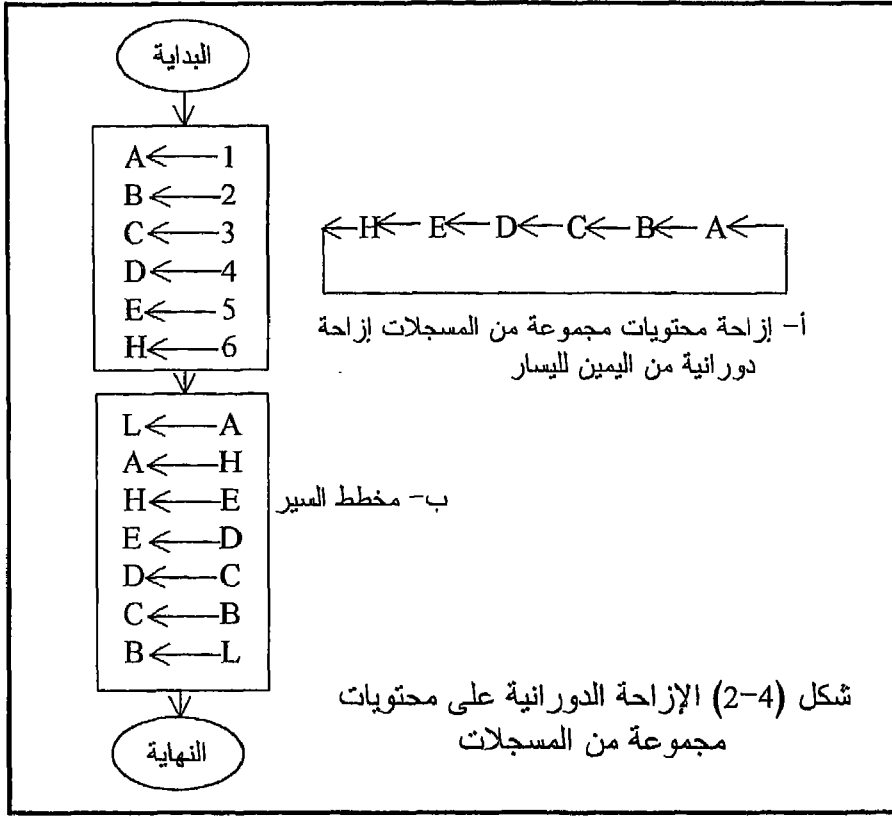
المثال التالى يعتبر تدريبا جيدا على الأمرين MOV و MVI

مثال 4-4

المطلوب تحميل المسجلات A, B, C, D, E, H بالمعلومات الفورية التالية :
01, 02, 03, 04, 05, 06 على التوالى ، ثم بعد ذلك يتم عمل إزاحة دورانية لهذه المحتويات كما هو مبين فى شكل (4-2) بحيث أن محتويات المسجل A تذهب إلى المسجل B ومحتويات B تذهب إلى C وهكذا إلى أن تذهب محتويات المسجل H إلى المسجل A دون فقد محتويات أى مسجل . شكل (4-2ب) يوضح مخطط السير لهذا البرنامج ، وشكل (4-3) يبين الشفرات الأسمبلى والثنائية والست عشرية للبرنامج . لتنفيذ هذا البرنامج يمكنك أن تفتح ال RAM عند العنوان E000 وتبدأ فى إدخال البرنامج إما بالشفرات الثنائية أو الشفرات الست عشرية ، وأما إذا كان الميكروكمبيوتر الذى تستخدمه به الأسمبلر الخاص بالشريحة 8085 فيمكنك الدخول فيه وكتابة البرنامج باستخدام شفرات الأسمبلى وسنترك تفاصيل عملية إدخال البرنامج على الجهاز لأنها تختلف على حسب الإمكانيات ومن شخص لآخر . بعد الانتهاء من إدخال البرنامج يمكنك تنفيذه باستخدام الأمر GO E000 أو من الأفضل تنفيذه بطريقة الخطوة خطوة حيث يمكنك فى هذه الحالة متابعة البيانات أثناء انتقالها من مسجل لآخر .

عند استخدام الأمر MOV M,C مثلا لنقل محتويات المسجل C إلى الذاكرة أو الأمر MVI M,33 لتحميل المعلومة الفورية 33 فى الذاكرة ذكرنا أن عنوان الذاكرة الذى سيتم التعامل معه يكون دائما فى المسجلين HL . السؤال الآن كيف

نضع هذا العنوان في المسجلين H و L؟ الإجابة عن هذا السؤال توجد في الأمر LXI .



LXI 3-2-4 الأمر

الصورة العامة لهذا الأمر هي:

LXI rp,data16

rp ← زوج مسجلات data16

الشفرة الثنائية للأمر كالتالى :

00rp0001

البايت ذات القيمة الصغرى من المعلومة data16

البايت ذات القيمة العظمى من المعلومة data16

حيث يقوم هذا الأمر بتحميل زوج المسجلات الذى توضع شفرته بدلا من rp (فى البايت الأولى للأمر) بالمعلومة الفورية data16 أى المكونة من 16 بت والتي توضع فى الإثنين بايت التاليتين . حرف I الموجود فى صورة الأمر له

نفس الدلالة التي عرفناها مسبقا والتي تعنى فوري أى Immediate . لاحظ أن المعلومة مكونة من 16 بت وشفرة الأمر op code ستكون بايت واحدة ، لذلك فإن هذا الأمر يتكون دائما من ثلاث بايتات كما سنرى فى الأمثلة . لاحظ أيضا أن هناك أربعة أزواج من المسجلات فقط يمكن استخدامها مع هذا الأمر وهى الأزواج BC, DE, HL, SP والتي سبق أن ذكرنا شفراتها فى جدول 1-2 . لذلك فإن الباييت ذات القيمة العظمى من المعلومة الـ 16 بت تذهب دائما إلى المسجل ذى القيمة العظمى من الزوج وهو المسجل B أو D أو H أو النصف الأعلى من المسجل SP والباييت ذات القيمة الصغرى تذهب إلى المسجل ذى القيمة الصغرى من الزوج وهو المسجل C أو E أو L أو النصف الأول من المسجل SP .

العناوين	شفرات أسمبلى	شفرات ثنائية	شفرات ست عشرية
E000 E001	MVI A,01	00111110 00000001	3E 01
E002 E003	MVI B,02	00000110 00000010	06 02
E004 E005	MVI C,03	00001110 00000011	0E 03
E006 E007	MVI D,04	00010110 00000100	16 04
E008 E009	MVI E,05	00011110 00000101	1E 05
E00A E00B	MVI H,06	00100110 00000110	26 06
E00C	MOV L,A	01101111	6F
E00D	MOV A,H	01111100	7C
E00E	MOV H,E	01100011	63
E00F	MOV E,D	01011010	5A
E010	MOV D,C	01010001	51
E011	MOV C,B	01001000	48
E012	MOV B,L	01000101	45

شكل (3-4) برنامج الإزاحة الدورية

مثال 4-5

LXI H,2C3A	1. شفرة الأسمبلى
00100001	الشفرة الثنائية
00111010	
00101100	
21	الشفرة الست عشرية
3A	
2C	

يقوم هذا الأمر بتحميل زوج المسجلات HL بالمعلومة الفورية 2C3A بحيث ستذهب الباييت ذات القيمة العظمى وهي 2C إلى المسجل H والباييت ذات القيمة الصغرى وهي 3A إلى المسجل L . بنفس الطريقة يمكن تحميل الأزواج الأخرى من المسجلات . كما رأينا فإن هذا الأمر مهم جدا عند التعامل مع الذاكرة حيث عنوان المكان المراد التعامل معه يوضع فى المسجلين H و L باستخدام هذا الأمر .

مثال 4-6

حمل مكان الذاكرة E100 بالمعلومة 66H . أحد الطرق لكى يتم ذلك هى أن نقوم بتحميل العنوان E100 فى زوج المسجلات HL ثم نستخدم الأمر MVI كما يلى :

E000, E001, E002 LXI H,E100
E003, E004 MVI M,66H
LXI H,E100

لاحظ أننا استخدمنا هنا الشفرات الأسمبلى فقط ولاحظ أيضا أن الأمر LXI يشغل ثلاث بايتات كما ذكرنا وهي البايتات E000, E001, E002 .

إن الطريقة السابقة فى التعامل مع الذاكرة والتي تستخدم زوج المسجلات HL كوسيط يحمل العنوان المراد التعامل معه تعتبر بل وتسمى بالطريقة غير المباشرة فى التعامل مع الذاكرة حيث أن المعالج قبل أن يذهب إلى الذاكرة سواء للقراءة أو للكتابة لابد وأن يمر أولا على زوج المسجلات HL ليعرف منهما العنوان الذى سيذهب إليه . إن ذلك تماما مثلما أنك تقول لصديقك محمد ياأخى يا محمد وأنت مسافر إلى الرياض خذ هذه الرسالة وأعطاها لأخى أحمد ولكنى لا أعرف عنوانه فرجاء أن تذهب إلى أخى الأكبر محمود وهو يسكن معنا هنا فتعرف منه عنوان أحمد قبل أن تسافر إلى الرياض . صديقك محمد فى هذا المثال يمثل المعالج الذى سيقوم بالتنفيذ وأما أخوك الأكبر محمود فيمثل المسجلين HL الذين عندهما عنوان أخيك أحمد الذى يمثل بايت الذاكرة المراد التعامل معها . نعيد التأكيد هنا أن زوج المسجلات HL فقط هما اللذان يحتويان عنوان المكان المراد التعامل معه فى مثل هذه الأوامر .

هناك طريقة أخرى للتعامل مع الذاكرة وهى الطريقة المباشرة حيث يحتوى الأمر نفسه على عنوان مكان الذاكرة المراد التعامل معه ، وإن ذلك مثلما تقول لصديقك محمد يا أخى يا محمد خذ هذه الرسالة وأنت مسافر إلى الرياض وأعطها إلى أخى أحمد ولا تنسى أن عنوان أخى أحمد مكتوب على الرسالة هذه المرة . الأمران الذان يقومان بهذه المهمة من قائمة أوامر الشريحة 8085 هما الأمران STA و LDA كما يلي :

4-2-4 الأمران STA و LDA

الأمر STA يعنى خزن محتويات المرمك STore Accumulator والأمر الثانى يعنى حمل المرمك LoaD Accumulator والصورة العامة للأمرين هي :

STA addr

محتويات المسجل A ← العنوان (addr)

LDA addr

محتويات العنوان (addr) ← المسجل A

والصورة الست عشرية للأمر STA هي :

32

البايت ذات القيمة الصغرى من العنوان Addr

البايت ذات القيمة العظمى من العنوان Addr

والصورة الست عشرية للأمر LDA هي :

3A

البايت ذات القيمة الصغرى من العنوان Addr

البايت ذات القيمة العظمى من العنوان Addr

الأمر الأول STA سيقوم بتخزين محتويات مسجل التراكم A فى مكان الذاكرة الذى عنوانه فى (الإثنين بايت) التاليتين لشفرة الأمر نفسه وأما الأمر LDA فإنه يقوم بتحميل مسجل التراكم A بمحتويات مكان الذاكرة الذى عنوانه فى (الإثنين بايت) التاليتين لشفرة الأمر نفسه . هناك ملاحظتان هامتان على هذين الأمرين : الأولى هي أن هذين الأمرين لا يتعاملان إلا مع مسجل التراكم A فقط ، فأنت مثلا إن أردت أن تخزن محتويات المسجل B فى أى مكان فى الذاكرة بهذه الطريقة المباشرة فلا بد وأن تنقل محتويات المسجل B إلى المسجل A أولا ثم تستخدم الأمر STA ، وكذلك الحال إن أردت أن تحمل أى مسجل وليكن C مثلا بمحتويات أى مكان فى الذاكرة بالطريقة المباشرة فعليك باستخدام الأمر LDA الذى يضع محتويات الذاكرة فى مسجل التراكم ثم تقوم أنت بنقل هذه المحتويات من مسجل التراكم إلى أى مسجل آخر وليكن C كما ذكرنا . الملاحظة الثانية هي أنه طالما أن هذين الأمرين يحتويان على عنوان فلا بد وأن يتكون كل منهما من ثلاث بايتات ، واحدة هي شفرة الأمر ، أى 32 فى حالة الأمر STA و 3A

فى حالة الأمر LDA وأما (الإثنين بايت) الأخرى فتحتوى العنوان المراد التعامل معه كما فى الصورة العامة للأمريين . تذكر أن أى عنوان يتكون دائما من 16 بت أى 2 بايت .

مثال 4-7

E000 E001 E002 STA E100

E003 E004 E005 LDA E101

الأمر الأول سيخزن محتويات المسجل A فى المكان E100 فى الذاكرة والأمر الثانى سيحمل المسجل A بمحتويات المكان E101 من الذاكرة ، لاحظ أنه فى ذاكرة البرنامج كل أمر من الأمريين يشغل ثلاث بايتات .
القرار باستخدام أى واحدة من الطريقتين (المباشرة أو غير المباشرة) فى عملية البرمجة يتوقف على التطبيق الذى يستخدم فيه هذا البرنامج وسنرجىء هذا الموضوع قليلا إلى أن ندرس بعض الأوامر الأخرى وعندها سنوضح أن هناك برامج يفضل فيها استخدام الطريقة المباشرة وأخرى لابد فيها من استخدام الطريقة غير المباشرة .

4-2-5 الأمران SHLD و LHLD

معناهما Store H,L Direct أى حمل المسجلين H, L مباشرة ، و Load H,L Direct أى خزن المسجلين H, L مباشرة وكلا الأمريين كما نرى تأثيره عكس الآخر . الصورة العامة لهذين الأمريين هى :

LHLD addr

محتويات $(addr+1) \leftarrow H$ ، محتويات $(addr) \leftarrow L$

SHLD addr

محتويات $H \leftarrow (addr+1)$ ، محتويات $L \leftarrow (addr)$

الصورة الست عشرية للأمر LHLD هى :

2A

الباييت ذات القيمة الصغرى للعنوان addr

الباييت ذات القيمة العظمى للعنوان addr

الصورة الست عشرية للأمر SHLD هى :

22

الباييت ذات القيمة الصغرى للعنوان addr

الباييت ذات القيمة العظمى للعنوان addr

حيث يقوم الأمر الأول LHLD بتحميل المسجلين H و L بمحتويات العنوان addr والذى يليه فى الذاكرة ، أى أن محتويات العنوان addr تذهب إلى المسجل L ومحتويات العنوان الذى يليه addr+1 تذهب إلى المسجل H . الأمر SHLD

يقوم بالعملية العكسية للأمر LHLD حيث يقوم بتخزين محتويات المسجلين H و L في العنوان addr والذي يليه بحيث تذهب محتويات المسجل L إلى العنوان addr ومحتويات المسجل H إلى العنوان addr+1 .

مثال 4-8

1. افترض الوضع التالي في المسجلين HL ومكانى الذاكرة E100 و E101 :

H	L
89	76

E100	FF
E101	FF

بعد تنفيذ الأمر SHLD E100 سيصبح الوضع كما يلي :

H	L
89	76

E100	76
E101	89

2. افترض الوضع التالي في المسجلين HL ومكانى الذاكرة E100 و E101 :

H	L
89	76

E100	3A
E101	B5

بعد تنفيذ الأمر LHLD E100 سيصبح الوضع كالتالى :

H	L
B5	3A

E100	3A
E101	B5

إلى هنا سنكتفى بهذه المجموعة من أوامر الانتقال ولمزيد من المعرفة بباقى أوامر الانتقال انظر الأشكال الموجودة فى آخر هذا الفصل والتي تحتوى على نبذة مختصرة عن كل أمر .

3-4 تمارين

1. اكتب برنامجا يضع الأرقام الست عشرية 1 إلى A فى الذاكرة E201 إلى E20A.

2. اكتب برنامجا يضع الرقم 77 فى المسجل D والرقم B4 فى المسجل C ثم يقوم باستبدال محتويات كل من المسجلين ، أى أن محتويات المسجل D تذهب إلى المسجل C ومحتويات المسجل C تذهب إلى المسجل D دون أن تفقد أيًا من محتويات المسجلين ، هذه العملية تسمى Swapping بمعنى استبدال أو مقايضة .
3. نفذ عملية الاستبدال السابقة فى المسألة رقم 2 ولكن هذه المرة على محتويات البايث E100 والبايث E101 .
4. اكتب برنامجا للإزاحة الدورانية كالموجود فى مثال 4-4 ولكن هذه المرة على محتويات الذاكرة E100 و E101 و E102 و E103 و E104 و E105 .
- ملاحظات :** يجب عمل مخطط سير لكل برنامج ثم تترجم هذه الخريطة إلى برنامج بلغة الأسمبلى مع الشفرات الثنائية والستشرية وتحديد العناوين لكل أمر وذاكرة البرنامج وذاكرة البيانات لكل برنامج ، أى أن كل برنامج يحل بنفس طريقة حل المثال رقم 4-4 وحتى تكتمل الفائدة بالذات عند هذا المستوى يجب أن تحمل هذه البرامج بالشفرات الثنائية أولا ثم الشفرات الستشرية ثم شفرات الأسمبلى .

4-4 مجموعة أوامر الحساب Arithmetic Instructions

ADD
SUB
ADI
SUI
ADC
SBB
INR
INX
DCR
DCX

شكل (4-4) مجموعة أوامر الحساب

سندرس فى هذا الجزء بعض الأوامر التى تقوم بإجراء العمليات الحسابية الأولية وهى الجمع والطرح . كما علمنا من قبل فإن مسجل التراكم لابد وأن يكون طرفا فى أى عملية من هذه العمليات كما أن نتيجة هذه العملية سواء كانت جمعا أو طرحا تكون دائما موجودة فى مسجل التراكم A . هناك أيضا خاصية مهمة

فى هذه المجموعة من الأوامر غير موجودة فى الأوامر الأخرى وهى أن أوامر الحساب (ومثلها أيضا أوامر المنطق) عندما يتم تنفيذ أى أمر منها فإن جميع الأعلام الموجودة فى سجل الحالة SR تتأثر بنتيجة هذه العملية الحسابية أو المنطقية . راجع سجل الحالة ومحتوياته ومتى يكون أى علم من الأعلام يساوى صفرا أو واحدا وذلك فى الفصل الثانى حيث أن جميع الأعلام الموجودة فى سجل الحالة فى المعالج 8085 هى نفسها تماما التى شرحت فى هذا الجزء (4-4-2) . شكل (4-4) يبين مجموعة الأوامر التى سندرسها هنا حيث فى جميع الأمثلة التى سنستعين بها فى هذا الجزء سنكتفى باستخدام شفرات الأسبلى فقط على أساس أنه تم التدريب الكافى على الشفرات الثنائية والست عشرية مع مجموعة أوامر الانتقال ومن يريد الاستزادة فى التدريب يمكنه الإستمرار فى ذلك مستعينا بالشفرات الست عشرية التى سنذكرها مع الصورة العامة لكل أمر وكذلك فى الأشكال الموجودة فى نهاية هذا الفصل .

1-4-4 الأوامر ADD و SUB

حيث ADD بمعنى إجمع و SUB هى اختصار كلمة SUBtract بمعنى اطرح ، والصورة العامة لأمر الجمع ADD هى :

ADD reg

$A \leftarrow A + \text{reg}$

حيث سيقوم هذا الأمر بجمع محتويات المسجل reg أو مكان الذاكرة M الذى عنوانه فى المسجلين HL على محتويات مسجل التراكم A وستوضع نتيجة الجمع فى المسجل A مع التأثير على جميع الأعلام . الشفرة الثنائية العامة لهذا الأمر هى 10000xxx حيث تستبدل xxx بشفرة المسجل الذى سيتم جمعه مع مسجل التراكم . كمثال على ذلك الأمر ADD B ستكون شفرته الثنائية هى 10000000 وشفرته الست عشرية هى 80H حيث استبدلت xxx بشفرة المسجل B وهى 000 .

الصورة العامة لأمر الطرح SUB هى :

SUB reg

$A \leftarrow A - \text{reg}$

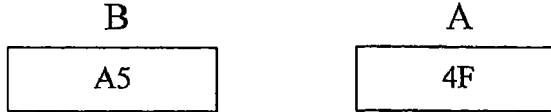
يقوم هذا الأمر بطرح محتويات المسجل reg أو مكان الذاكرة M الذى عنوانه فى المسجلين HL من محتويات مسجل التراكم وسوف توضع نتيجة الطرح فى مسجل التراكم مع التأثير على جميع الأعلام . الشفرة الثنائية العامة لهذا الأمر هى 10010xxx حيث تستبدل xxx بشفرة المسجل المطلوب طرح محتوياته من مسجل التراكم . كمثال على ذلك الأمر SUB M ستكون شفرته الثنائية هى 10010110 وشفرته الست عشرية هى 96H .

مثال 4-9

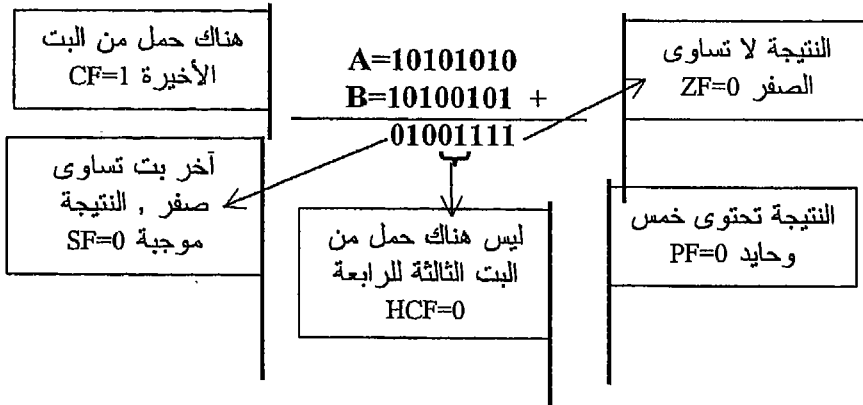
افترض المحتويات التالية للمسجلين A و B :



بعد تنفيذ الأمر ADD B ستصبح المحتويات كالتالى :



ولكى نرى كيف تتأثر الأعلام بنتيجة هذه العملية سنجرى عملية الجمع على الشفرات الثنائية لكل من الرقمين كالتالى :



الآن افترض أننا نفذنا أمر الطرح SUB B على المحتويات الأولى للمسجلين أى A=AAH و B=A5H فإنه بعد تنفيذ هذا الأمر ستصبح محتويات المسجلين كالتالى:



ولكى نرى كيف تمت عملية الطرح وكيف تأثرت الأعلام سنجرى عملية الطرح على الشفرات الثنائية لمحتويات المسجلين A و B . كما نعلم فإن عملية الطرح الثنائى يتم تحويلها إلى عملية جمع حيث سنجمع محتويات المسجل A مع المتمم الثنائى لمحتويات المسجل B (انظر الملحق الأول فى نهاية الكتاب لمراجعة عمليات الجمع والطرح الثنائى). المتمم الثنائى لمحتويات المسجل B (10100101) هو 01011011 وبذلك تصبح عملية الطرح عملية جمع كالتالى :

$$\begin{array}{r} A = 10101010 \\ + 01011011 \text{ المتمم الثنائى لمحتويات المسجل B} \\ \hline 00000101 \end{array}$$

بالنظر لهذه النتيجة ستكون الأعلام كالتالى :

- طالما أن البت الأولى على الأقل لا تساوى صفرا فالنتيجة لا تساوى صفرا ويكون علم الصفر يساوى صفرا أى $ZF=0$.
- تحتوى النتيجة على عدد زوجى من الواحد (اثنين) ، بذلك سيكون علم الباريتى يساوى واحدا أى $PF=1$.
- هناك حمل من البت الثالثة إلى البت الرابعة لذلك فعلم الحمل النصفى يكون واحدا $HCF=1$.
- آخر بت (رقم 7) تساوى صفرا لذلك فالنتيجة موجبة وعلم الإشارة يكون دائما مساويا لمحتويات آخر بت إذن $SF=0$.
- المفروض أنه فى عملية الطرح يهمنى أن نعرف إذا كان هناك استلاف أم لا لأنه فى عملية الطرح لن يكون هناك حمل . بما أن عملية الطرح قد حولت إلى عملية جمع لذلك فإنه إذا كان هناك حمل فى عملية الجمع فإن ذلك يعنى أنه لن يكون هناك استلاف فى عملية الطرح ويكون العلم $CF=0$ وهى الحالة التى نحن بصددنا الآن والعكس صحيح إذا لم يكن هناك حمل فى عملية الجمع .

4-4-2 الأوامر SUI و ADI

الأمر الأول اختصارا ل Add Immediate أى اجمع المعلومة الفورية أو الثابت ، والأمر الثانى SUI اختصارا ل Subtract Immediate والتى تعنى أيضا اطرح المعلومة الفورية أو الثابت ، وقد أشرنا سابقا إلى أن الحرف I فى أى أمر يعنى التعامل مع معلومة فورية أو ثابت يعطى فى الأمر نفسه . الصورة العامة للأمر ADI هي :

ADI data8
A ← A + data8

والشفرة الست عشرية العامة لهذا الأمر هي :

C6
data8

حيث يقوم هذا الأمر بجمع محتويات البايث الثانية في الأمر مع محتويات مسجل التراكم A ويضع النتيجة في المسجل A وعلى ضوء هذه النتيجة تتأثر جميع الإعلام . لاحظ أن هذا الأمر يتكون دائما من اثنين بايث ، واحدة هي شفرة الأمر والثانية هي البايث أو الرقم المطلوب جمعه مع المسجل A .

الصورة العامة للأمر SUI هي :

SUI data8

$A \leftarrow A - \text{data8}$

والشفرة الست عشرية لهذا الأمر هي :

D6

data8

حيث يقوم هذا الأمر بطرح محتويات البايث الثانية في الأمر من محتويات مسجل التراكم A ويضع النتيجة في المسجل A وعلى ضوء هذه النتيجة تتأثر جميع الأعلام . لاحظ أن هذا الأمر أيضا يتكون من اثنين بايث .

مثال 4-10

المطلوب هو جمع الثابت أو المعلومة الفورية 05 على محتويات المسجلات D, C, B . شكل (4-5) يبين مخطط السير وشفرات الأسيمبلي لهذا البرنامج . ملاحظة مهمة في هذا البرنامج هي أنه لكي نجمع الثابت مع أي مسجل فإننا نحضر أو ننقل محتويات المسجل أولا إلى مسجل التراكم A ثم نجمع الثابت مع المسجل A وبالطبع فإن النتيجة تكون في المسجل A فنقوم بنقلها إلى المسجل الآخر ثانية. وهل يوجد حل آخر؟!

4-4-3 الأمان ADC و SBB

الأمر الأول يعني Add with Carry أي اجمع مع الحمل ، والثاني يعني Subtract with Borrow أي اطرح مع الاستلاف والصورة العامة للأمر ADC هي :

ADC reg

$A \leftarrow A + CY + \text{reg}$

حيث يقوم هذا الأمر بجمع محتويات المسجل reg مع محتويات علم الحمل CY (لاحظ أن علم الحمل يكون إما صفرا أو واحد) مع محتويات مسجل التراكم A والنتيجة توضع بالطبع في المسجل A . الشفرة الثنائية لهذا الأمر هي :

10001xxx

حيث تستبدل ال xxx بشفرة المسجل المراد التعامل معه .

الصورة العامة للأمر SBB هي :

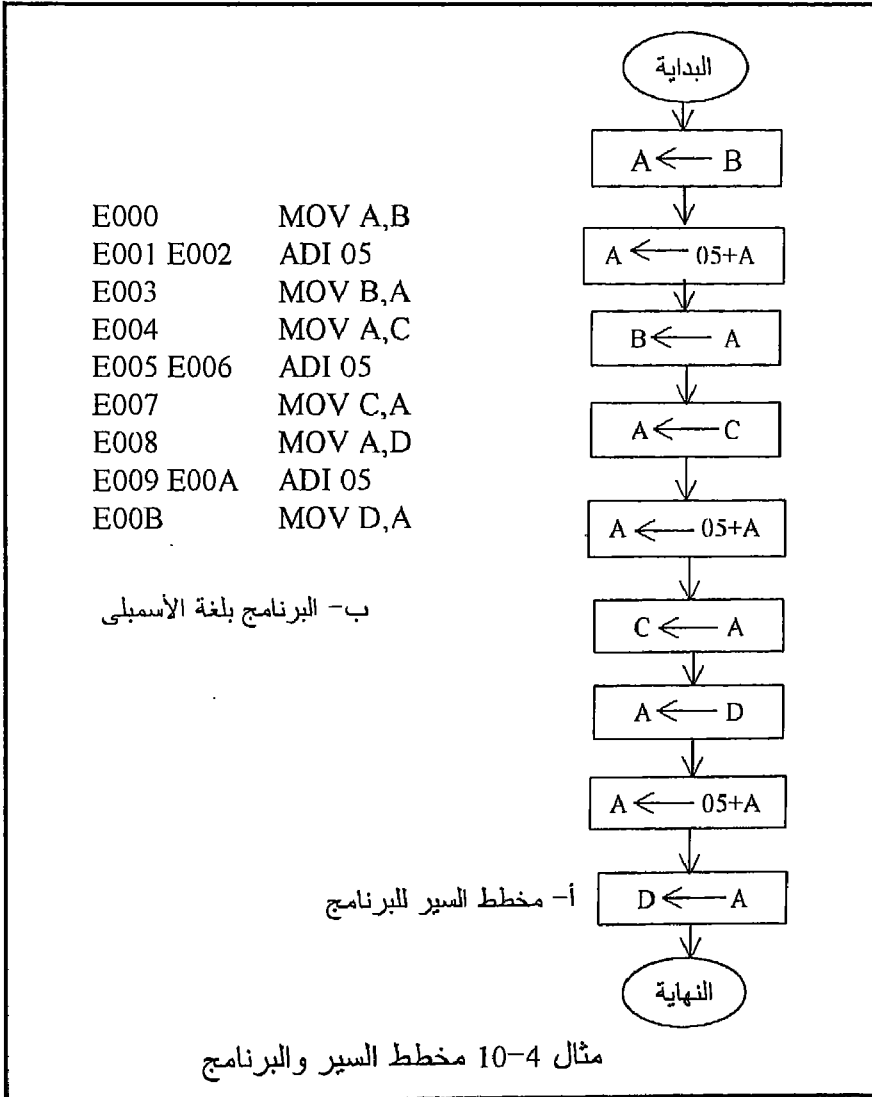
SBB reg

$A \leftarrow A - CY - \text{reg}$

حيث يطرح هذا الأمر من محتويات مسجل التراكم A محتويات المسجل reg ومحتويات علم الحمل CY مع ملاحظة أن المسجل A يكون هو المطروح منه دائماً في جميع أوامر الطرح . الشفرة الثنائية لهذا الأمر هي :

10011xxx

حيث تستبدل ال xxx بشفرة المسجل المراد التعامل معه .



مثال 4-11

المطلوب جمع الرقمين 23F9H و 9A35H ووضع نتيجة الجمع في أماكن الذاكرة E100 و E101 و E102 . المشكلة في هذين الرقمين أن كلا منهما يشغل (اثنين بايت) ونحن نعلم أن جميع أوامر الجمع تتعامل مع بايت واحدة فقط فما الحل ؟ الحل لهذه المشكلة ممكن بأن نضع الرقم الأول مثلا في المسجلين B و C بحيث يحتوى المسجل B البايت ذات القيمة العظمى من الرقم وهى 23 ويحتوى المسجل C البايت ذات القيمة الصغرى وهى F9 وبنفس الطريقة نضع الرقم الثانى فى المسجلين D و E بحيث يحتوى المسجل D البايت 9A ويحتوى المسجل E البايت 35 . بعد ذلك سنجمع البايت ذات القيمة الصغرى فى كل من الرقمين أى المسجل C زائد المسجل E باستخدام الأمر ADD وسينتج عن ذلك نتيجة وحمل ، النتيجة نخزنها فى الذاكرة E100 ، وبعد ذلك نستخدم الأمر ADC لجمع البايت ذات القيمة العظمى فى الرقمين مع محتويات علم الحمل وهى الحمل الناتج من عملية الجمع الماضية وسينتج عن ذلك نتيجة تخزن فى الذاكرة E101 وحمل ، هذا الحمل يخزن فى الذاكرة E102 كجزء من النتيجة . شكل (4-6) يبين رسما توضيحيا للحل وخريطة التدفق والبرنامج لهذا المثال .

قبل أن نترك الأمر ADC يجب أن نفهم جيدا متى يكون من الضرورى استخدام الأمر ADC ؟ ومتى يكون من الضرورى عدم استخدامه ؟ فمثلا فى المثال السابق (4-11) كان من الضرورى عدم استخدام الأمر ADC فى عملية الجمع الأولى (C + E) ولكن يجب استخدم الأمر ADD خوفا من أن يكون علم الحمل CY به واحد من أى عملية سابقة ونحن لا ندرى فيجمع مع عملية الجمع الأولى وتكون النتيجة خاطئة . أما فى عملية الجمع الثانية (CY + B + D) فإنه لابد من استخدام الأمر ADC لأننا نريد أن نأخذ قيمة علم الحمل CY فى الاعتبار .

4-4-4 الأوامر INR و DCR

الأمر الأول يعنى Increment أى زد المحتويات بمقدار واحد ، و Decrement أى انقص المحتويات بمقدار واحد ، والصورة العامة للأمر INR هى :

INR reg

reg ← reg + 1

حيث يقوم هذا الأمر بجمع واحد على محتويات المسجل reg أو مكان الذاكرة M الذى عنوانه فى HL . الصورة الثنائية لهذا الأمر هى :

00xxx100

حيث xxx تستبدل بشفرة المسجل المراد التعامل معه .
الصورة العامة للأمر DCR هى :

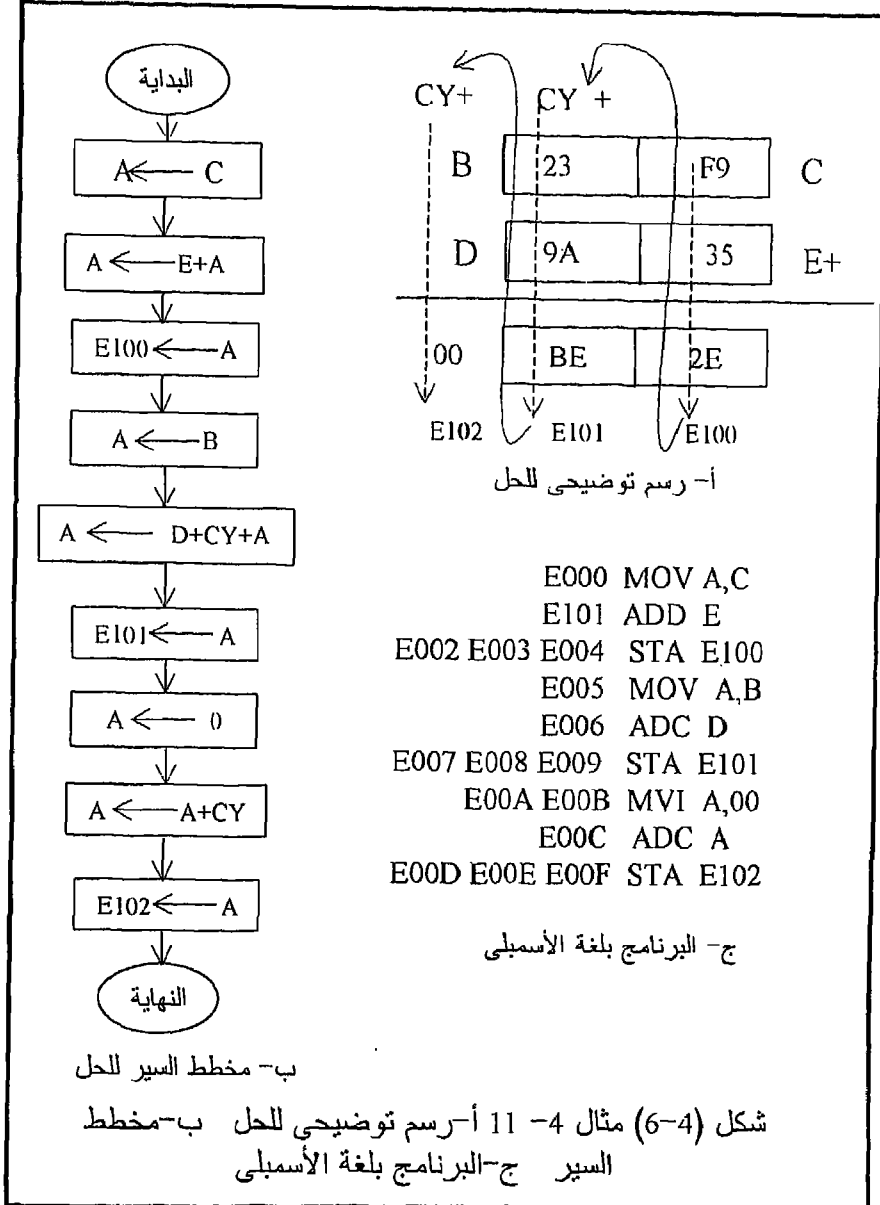
DCR reg

reg ← reg - 1

حيث يقوم هذا الأمر بطرح واحد من محتويات المسجل reg أو مكان الذاكرة M الذي عنوانه في HL . الصورة الثنائية لهذا الأمر هي :

00xxx101

حيث xxx تستبدل بشفرة المسجل المراد التعامل معه .



5-4-4 الأوامر INX و DCX

الأوامر INX و DCX هما مرادفان للأمرين INR و DCR ولكنهما يستخدمان مع أزواج مسجلات ، فالأمر INX يجمع واحدا على محتويات زوج من المسجلات والصورة العامة الأسبلى والثنائية له هي :

INX rp

00xx0011

$rp \leftarrow 1 + rp$

حيث xx تستبدل بشفرة زوج المسجلات المراد التعامل معه . وأما الأمر DCX فإنه يطرح واحدا من محتويات زوج من المسجلات وصورته العامة (الأسبلى والثنائية) هي :

DCX rp

00xx1011

$rp \leftarrow rp - 1$

حيث تستبدل xx بشفرة زوج المسجلات المراد التعامل معه .

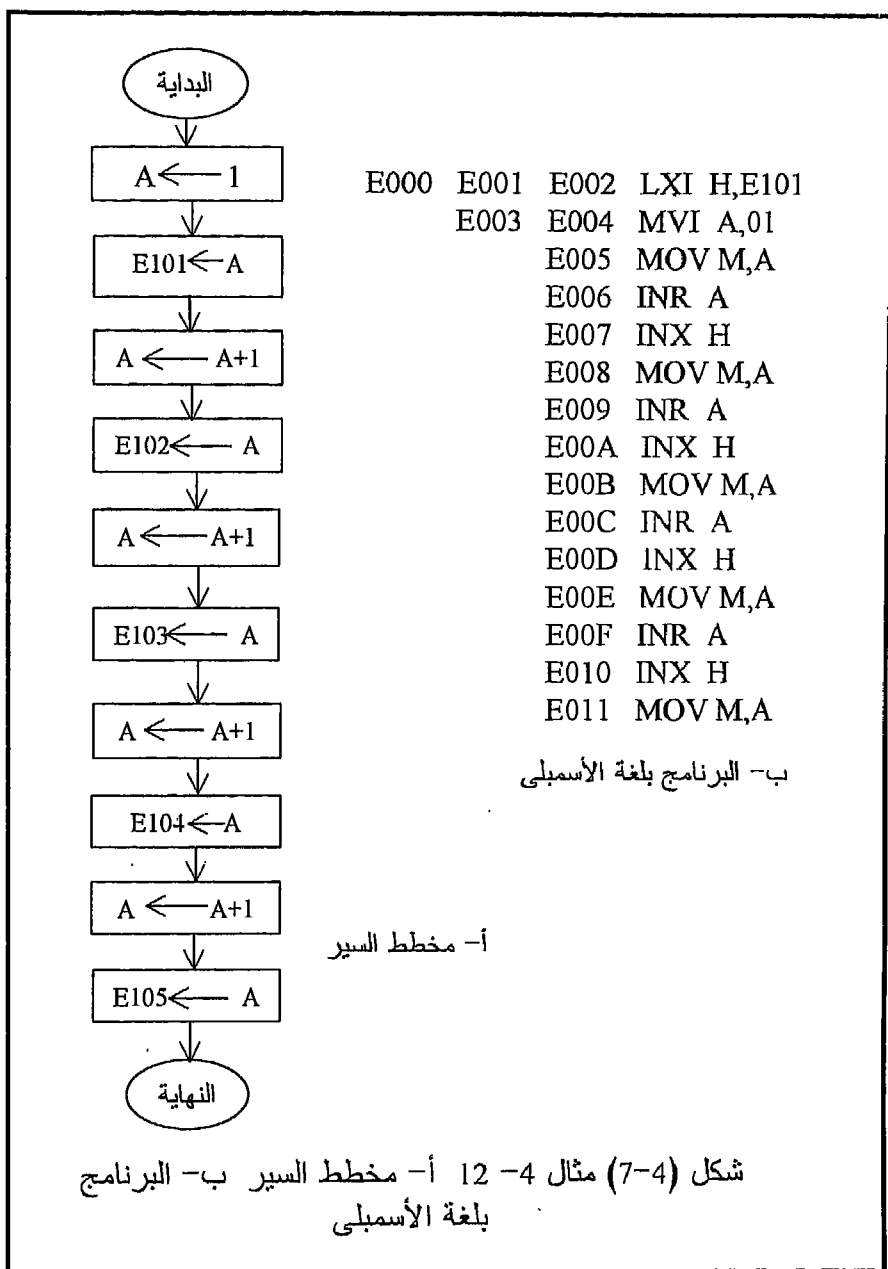
مثال 4-12

المطلوب تخزين الأرقام 01, 02, 03, 04, 05 في أماكن الذاكرة التي عناوينها E101, E102, E103, E104, E105 على التوالي . شكل (4-7) يبين خريطة التدفق والبرنامج لحل هذه المسألة . لاحظ استخدام الأمر INR لزيادة واحد على محتويات المسجل A والأمر INX لزيادة واحد على محتويات زوج المسجلات HL في هذا المثال . نلاحظ من شكل (4-7) أننا لكي نخزن خمسة أرقام في الذاكرة كتبنا برنامجا مكونا من ثمانية عشرة بايت (E000 حتى E011) فما العمل لو أننا نريد تخزين ألف رقم أو أكثر ، كم ستشغل من ذاكرة للبرنامج...! هل هناك من حل لتخفيض عدد أوامر مثل هذه البرامج ؟ إن الحل لذلك هو استخدام أوامر القفز والحلقات وهو موضوع الجزء القادم بعد أن نعرض بعض التمرين كتطبيق على أوامر الحساب .

5-4 تمارين

1. اكتب برنامجا يجمع محتويات أماكن الذاكرة E101, E102, E103, E104 مع ما يناظرها من الأماكن E10A, E10B, E10C, E10D, E10E ثم يضع النتيجة في الأماكن E110, E111, E112, E113, E114 .
2. أعد البرنامج السابق مستخدما الطرح بدلا من الجمع .

3. اكتب برنامجا يجمع الرقم F3A56BH مع الرقم 78B6A9H ويضع النتيجة في بايتات الذاكرة E100, E101, E102, E103 .
4. أعد البرنامج السابق مستخدما الطرح بدلا من الجمع .



4-6 مجموعة أوامر القفز Jump Instructions

القاعدة العامة أن المعالج يقوم بتنفيذ البرنامج حسب ترتيب الأوامر الموجودة فيه من أول البرنامج إلى نهايته ، ولقد كنا حريصين في جميع الأمثلة السابقة على الحفاظ على هذه القاعدة ، ولكن هناك بعض التطبيقات التي تتطلب الخروج على هذه القاعدة كأن يطلب منك مثلاً تنفيذ عملية معينة عدد معين من المرات أو عدد لا نهائى من المرات . فعندما يكون المعالج مثلاً مراقباً لدرجة الحرارة فى عملية صناعية معينة فإن عليه أن يقرأ درجة الحرارة ويقارنها بدرجة حرارة مخزنة فى الذاكرة كمرجع ، وإذا زادت الحرارة عن حد معين يقوم المعالج بضرب جرس إنذار مثلاً وإذا نقصت عن حد معين يشغل سخان لزيادتها ، مثل هذا البرنامج سيكون عبارة عن مجموعة من الأوامر التى تنفذ إلى ما لانهاية طالما أن المعالج يراقب درجة الحرارة .

لقد أتاح المعالج هذه العملية بتوفير بعض الأوامر التى تمكنك كمبرمج من القفز بعملية التنفيذ من مكان لآخر خلال البرنامج . هناك نوعان من القفز :

4-6-1 القفز غير المشروط Unconditional jump

عند تنفيذ أى عملية قفز غير مشروط ينتقل المعالج بعملية التنفيذ إلى المكان الجديد دون أى قيد أو شرط ، وهناك أمر واحد فقط من أوامر المعالج 8085 يقوم بهذه العملية ، والصورة العامة لهذا الأمر هى :

JMP addr

حيث إنه عند تنفيذ هذا الأمر يوضع العنوان addr الذى سيتم القفز إليه فى عداد البرنامج فيصبح الأمر الموجود عند هذا العنوان هو الأمر الذى عليه الدور فى التنفيذ . لاحظ أن هذا الأمر يتكون من ثلاث بايتات واحدة هى شفرة الأمر واثنان للعنوان addr الذى سيتم القفز إليه .

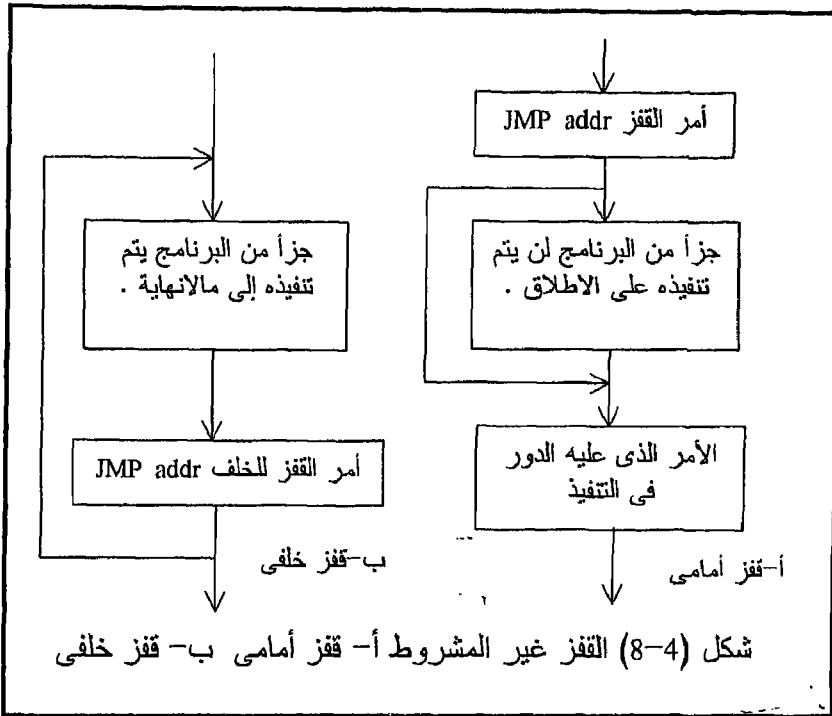
إن القفز باستخدام الأمر JMP addr قد يكون إلى الأمام فى البرنامج وقد يكون إلى الخلف . إذا كان القفز إلى الأمام سينتج عن ذلك وجود جزء من البرنامج لن ينفذ على الإطلاق وهو الجزء الذى بين أمر القفز JMP والأمر الذى سيتم القفز إليه . أما إذا كان القفز إلى الخلف فإنه سينتج عن ذلك ما يسمى بالحلقة اللانهائية Infinite loop والتى سوف يستمر المعالج فى تنفيذها إلى ما لانهاية . شكل (4-8) يبين مخطط السير لعملية القفز غير المشروط الأمامى والخلفى .

4-6-2 القفز المشروط Conditional jump

كما يوحى الاسم فإنه فى هذا النوع من القفز لن يتم القفز إلا إذا تحقق شرط معين أما إذا لم يتحقق الشرط فإن البرنامج ينفذ فى التتابع الطبيعى حيث سينفذ

الأمر الذى بعد أمر القفز مباشرة . إن شروط القفز توضع دائما على الأعلام التى فى مسجل الحالة ، فيمكنك مثلا أن تجعل القفز مشروطا بأن تكون النتيجة صفرا أو تجعل القفز مشروطا بأن تكون النتيجة سالبة ، وهكذا ، حيث أن هناك خمسة أعلام واحد منها وهو علم الحمل النصفى HC لا يستخدم كشرط فى عمليات القفز فإنه يتبقى أربعة أعلام يمكن أن تستخدم فى ثمانية من أوامر القفز المشروط كالتالى :

JZ addr	اقفز إذا كانت النتيجة صفرا
JNZ addr	اقفز إذا كانت النتيجة ليست صفرا
JM addr	اقفز إذا كانت النتيجة سالبة
JP addr	اقفز إذا كانت النتيجة موجبة
JC addr	اقفز إذا كان هناك حمل
JNC addr	اقفز إذا لم يكن هناك حمل
JPO addr	اقفز إذا كانت الباريتى فردية
JPE addr	اقفز إذا كانت الباريتى زوجية



لاحظ أن عدد هذه الأوامر ثمانية ، إثنان منها لكل علم من الأعلام الأربعة تمثل جميع الحالات التى يمكن أن يكون فيها هذا العلم (صفرا أو واحدا) . إن جميع

هذه الأوامر لابد وأن تكون ثلاث بايتات ، واحدة هي شفرة الأمر op code واثنان للعنوان الذى سيتم القفز إليه إذا تحقق الشرط . لاحظ أن النتيجة التى نعنيها فى الأوامر السابقة هي آخر نتيجة تأثرت بها الأعلام ، ولذلك فإنه قبل أن نكتب أى أمر من أوامر القفز غير المشروط يجب أن ندرس جيدا هل الأمر السابق لأمر القفز المشروط يؤثر على الأعلام أم لا كما سيتضح من المثال التالى:

مثال 4-13

اكتب برنامجا يقرأ محتويات بايت الذاكرة E100 باستمرار (إلى ما لانهاية) ثم يختبر هذه المحتويات بحيث إذا كانت صفرا يضع 1 فى المسجل B وإذا كانت سالبة يضع 2 فى المسجل B وإذا كانت موجبة يضع 4 فى نفس المسجل B . شكل (4-9) يبين خريطة التدفق والبرنامج لهذا المثال . البرنامج الموجود فى شكل (4-9) يعتبر تدريبا على معظم أفكار الحلقات ، ففيه الحلقات اللانهائية الناتجة عن الأمر JMP addr ، كما أن فيه القفز المشروط JP addr . JNZ كما أن فيه القفز إلى الأمام فى البرنامج ، والقفز إلى الخلف أيضا. لذلك يجب دراسة هذا البرنامج بدقة وإمعان .

هناك أوامر أخرى يتسبب عنها قفز بعملية تنفيذ البرنامج إلى أماكن أخرى وهي أوامر القفز إلى البرامج الفرعية والعودة منها وسوف نرجىء الدراسة التفصيلية للبرامج الفرعية إلى فصل آخر خاص بذلك .

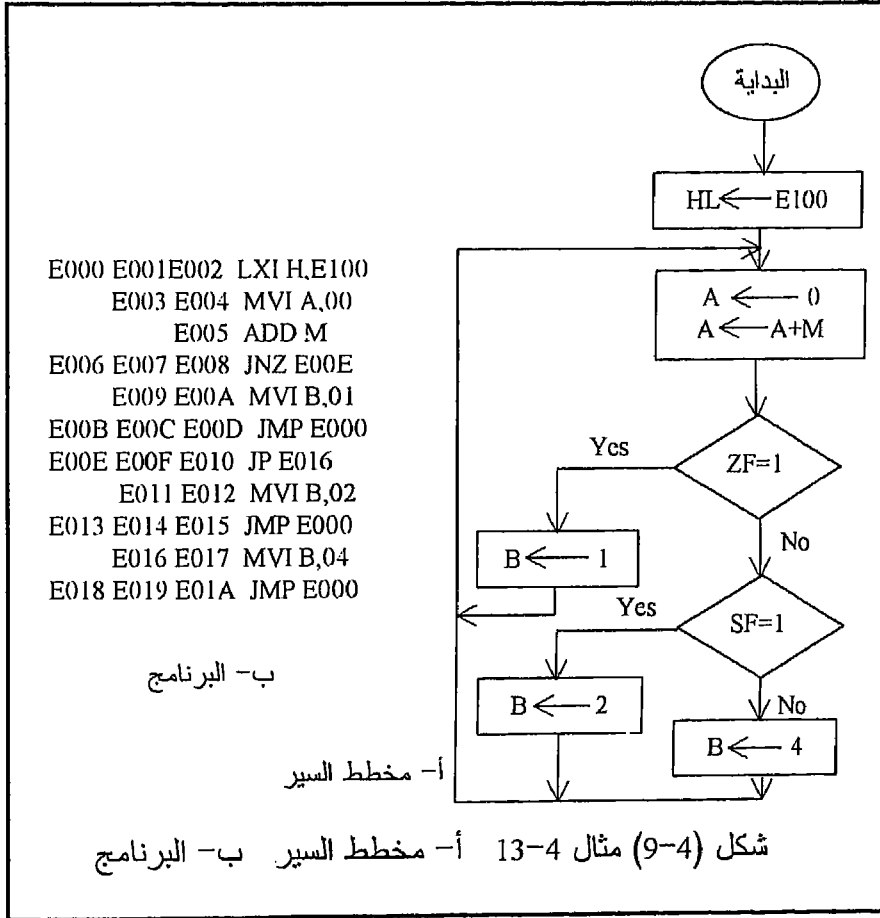
4-7 مهمة أخرى للأسمبلر

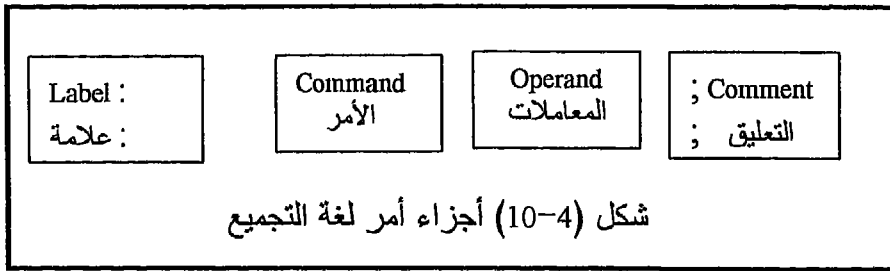
المهمة الوحيدة التى عرفناها حتى الآن للأسمبلر هي مهمة تحويل الشفرات الحرفية (الأسمبلى) إلى شفرات ثنائية أو لغة الماكينة ، ولكن لحسن الحظ فإن الأسمبلر قد تم تزويده ببعض المهام الأخرى التى تريح المبرمج إلى درجة كبيرة والتى سنتعرف على واحدة منها فى هذا الجزء . ينظر أى أسمبلر إلى الأمر الذى تكتبه له على أنه مكون من أجزاء أربعة كالموضحة فى شكل (4-10) والتى سندرسها بالترتيب فيما يلى :

4-7-1 الأوامر والمعاملات

لقد درسنا الكثير من أوامر لغة الأسمبلى والتى سنلخصها كلها فى شكل واحد وفى ترتيب أبجدى فى آخر هذا الفصل إن شاء الله . من هذه الأوامر MOV, ADD, JMP, وغيرها . كل أمر من هذه الأوامر لابد وأن يكون له معاملات وهذه المعاملات هي المسجلات أو أماكن الذاكرة التى سوف يؤثر عليها الأمر ،

فمثلا الأمر MOV A,B معاملاته هي المسجلين A, B والأمر ADD C معاملاته هي المسجل C والأمر ADD M معاملاته هي بايت الذاكرة التي عنوانها في المسجلين HL وهكذا . هناك أوامر قليلة ليست لها معاملات على الإطلاق ومنها الأمر NOP والذي معناه لا تعمل شيئا No Operation كما أن عدد المعاملات في أى أمر لا يزيد عن اثنين بأى حال . إن الأمر يجب أن يفصل عن معاملاته بمسافة واحدة على الأقل وإن زاد عدد المسافات عن واحدة فلن يضر ذلك فى شيء حيث أن الأسمبرل يهملها ، أما إذا لم توجد مسافة واحدة على الأقل بين الأمر ومعاملاته فإن الأسمبرل سيعطى خطأ على ذلك ولن يقبل منك هذا الأمر . إذا كان الأمر له معاملان كالأمر MOV A,B فإن المعاملين يجب أن يفصل بينهما بفاصلة (,) وإذا لم يحدث ذلك فإن الأسمبرل يعطى رسالة خطأ على ذلك .





2-7-4 التعليق Comment

حتى تجعل برنامجك مفهوماً ومن السهل قراءته وتتبعه بالنسبة للآخرين فإنه يجب عليك أن تكتب بعض التعليقات البسيطة بجانب كل أمر . لذلك فإن الأسمبلر يعطيك فرصة أن تكتب أى شيء تريده فى نهاية الأمر على أن تفصل بين الأمر والتعليق بفاصلة منقوطة يفهم منها الأسمبلر أن كل المكتوب بعدها يعتبر تعليقا ولا يدخل ضمن الأمر . إذا كان التعليق الذى ستكتبه سيأخذ أكثر من خط واحد فإن كل خط يجب أن يبدأ بفاصلة منقوطة . المثال التالى سيوضح أهمية كتابة التعليق فى نهاية الأمر .

مثال 4. 14

```

; Multiplication of two numbers
E000 E001 MVI A,00 ; Put 0 into A, Clean accumulator
E002 ADD B          ; Addition of A and B, result goes to A
E003 DCR C          ; Decrement C by 1
E004 E005 E006 JNZ E002 ;Go to add B to itself one more time
                        ;as long as C not equal to 0
E007 E008 E009 STA E100 ; store result in location E100
; -----

```

هذا البرنامج يضرب الرقم الموجود فى المسجل B فى الرقم الموجود فى المسجل C ويضع النتيجة فى بايت الذاكرة رقم E100 . بما أنه ليس هناك أمر من أوامر الشريحة 8085 يقوم بإجراء عملية الضرب لذلك كان لابد أن نكتب هذا البرنامج لإجراء عملية الضرب عن طريق تكرار الجمع حيث يجمع البرنامج محتويات المسجل B مع نفسه عدد من المرات يساوى الرقم الموجود فى المسجل C . ستجد أن التعليقات المكتوبة بجانب الأوامر تدل على ذلك . التعليق الموجود فى السطر الأول مثلاً يقول "ضع صفراً فى A ، تنظيف المرمك " وهذا ضرورى حتى لا نجمع أى رقم قد يكون فى المسجل A قبل البدء فى عملية جمع المسجل B مع نفسه . التعليق فى السطر الثانى يقول "جمع A+B ، النتيجة فى A " لاحظ

أن هذا الأمر هو بداية حلقة يتم القفز إليها من السطر الرابع وفي المرة الأولى من دخول هذه الحلقة سيجمع المعالج المسجل A=0 مع محتويات المسجل B فيصبح A=B. التعليق في السطر الثالث يقول "انقص محتويات C بمقدار واحد". التعليق في السطر الرابع يقول "ارجع لجمع المسجل B مع نفسه مرة أخرى طالما أن C لا يساوى صفراً ، النتيجة في A". التعليق في السطر الخامس يقول "خزن النتيجة في البايٲ E100". التعليق في السطر السادس وهو الخط المنقط تم وضعه فقط للدلالة على نهاية البرنامج وهذا أحياناً يكون مهماً جداً في عملية تنظيم كتابة البرنامج خاصة إذا كان البرنامج مكوناً من أكثر من جزء حيث يمكن الفصل بين الأجزاء المختلفة عن طريق مثل هذه الخطوط التي يعرفها الأسمبلر على أنها تعليقات . بالطبع يجب أن تكون التعليقات باللغة الإنجليزية ، إلا إذا كان محرر الكلمات الذي تستخدمه في كتابة البرنامج سيسمح لك باستخدام اللغة العربية في التعليقات .

3-7-4 العلامه Label

في جميع البرامج التي كتبناها حتى الآن كنا حريصين تماماً على أن نكتب عناوين البايٲات التي يشغلها أى أمر من أوامر البرنامج ، وكانت هذه العملية ضرورية بالذات عند التعامل مع أوامر القفز التي نحتاج فيها لمعرفة عنوان الأمر الذي سنقفز إليه مثل الأمر الرابع في المثال السابق (مثل ضرب الرقمين 4-14) وهو JNZ E002 ، فلولا أننا كنا نكتب عناوين البايٲات التي عندها الأوامر لما حددنا أن القفز يجب أن يكون إلى الأمر الثاني وهو E002 ADD B . في الحقيقة إن مهمة تتبع العناوين لجميع أوامر البرنامج تعتبر مهمة صعبة للمبرمج وبالذات إذا كان البرنامج يحتوى على الكثير من أوامر القفز ، وتعتبر مهمة سهلة للأسمبلر يستطيع القيام بها في نفس الوقت . فطالما أن الأسمبلر يعرف جيداً عدد البايٲات التي يتكون منها كل أمر فلم لا يتولى هو عملية العنونة لأوامر البرنامج على أن يعطيه المبرمج فقط عنوان أول أمر في البرنامج ، وما على المبرمج في هذه الحالة إلا الكتابة فقط بالشفرات الأسمبلية ، هنا يبرز سؤال مهم : كيف سنحدد للأسمبلر الأوامر التي من الممكن أن يتم القفز إليها ؟ إن ذلك يتم عن طريق العلامات Labels التي نضعها قبل الأمر المراد القفز إليه على أن نستخدم نفس العلامه في أمر القفز نفسه ، إننا سنعيد كتابة البرنامج الموجود في المثال 4-14 مرة أخرى دون استخدام عناوين للأوامر وباستخدام العلامات كما في المثال 4-15 .

مثال 4-15

MVI A,00 ; Put 0 into accumulator

HERE: ADD B ; A+B into A
 DCR C ; Decrement C by 1
 JNZ HERE ; Jump to add B to itself one more
 ; time as long as C not equal to 0
 STA E100 ; Store result in E100

لاحظ أننا وضعنا العلامة وهي كلمة HERE: كعلامة عند الأمر الذي سيتم القفز إليه وهو الأمر الثاني في البرنامج السابق ، واستخدمنا نفس العلامة HERE في الأمر JNZ HERE كي يتم القفز إلى الأمر رقم 2 . من البديهي أنه لا بد وأن يكون هناك تطابق تام بين العلامة في الأمر الذي سيتم القفز إليه والعلامة في أمر القفز نفسه بحيث إذا لم يوجد هذا التطابق فإن الأسمبرل سيعطى خطأ . أيضا لا بد وأن تنتهي العلامة الموجودة في أول الأمر الذي سيتم القفز إليه بالحرف (:) ليميز بها الأسمبرل بين نهاية العلامة وبداية الأمر. كما أن عدد أحرف العلامة يجب ألا يزيد عن ثمانية أحرف لا تبدأ برقم .

البرنامج الموجود في المثال 4-14 مكتوب في الذاكرة ابتداء من البايث E000 ، افترض مثلا أننا لأى سبب نريد نقل البرنامج بحيث يبدأ من البايث E050 بدلا من E000 . في هذه الحالة لا بد وأن نعيد فحص البرنامج بدقة ونغير العناوين الموجودة في جميع أوامر القفز في البرنامج ، فمثلا الأمر JNZ E002 في المثال 4-14 سيصبح JNZ E052 لو أننا بدأنا البرنامج من البايث E050 ، وهكذا تخيل لو أن البرنامج به العديد من أوامر القفز فإنه لا شك ستكون عملية إعادة عنونة الأوامر من الصعوبة بمكان وبالذات في البرامج الطويلة . إن استخدام العلامات Labels كما في مثال 4-15 يريح المبرمج تماما من عملية تتبع العناوين في أوامر القفز حتى لو تغير مكان البرنامج لأنك تعطى الأسمبرل عنوان بداية البرنامج فقط وهو ينسب جميع العلامات إلى عنوان البداية وهذه في الحقيقة فائدة عظيمة يوفرها الأسمبرل للمبرمج . لذلك فإن جميع البرامج التي سنعرضها فيما بعد سنكتبها باستخدام لغة الأسمبرل والعلامات دون الحرص على كتابة عناوين الأوامر لأننا بذلك نكون قد عبرنا مرحلة لا بأس بها في لغة الأسمبرل .

4-8 أوامر الإدخال والإخراج

Input Output instructions

إلى الآن رأينا كيف نبرمج شريحة المعالج وكيف نحرك المعلومات داخلها من مسجل إلى مسجل آخر أو من مسجل إلى الذاكرة أو العكس ولكن لم نعرف حتى الآن كيف نظهر معلومة على شاشة عرض مثلا أيا كان نوع هذه الشاشة ، أو

كيف ندخل معلومة إلى المعالج من خلال لوحة مفاتيح على سبيل المثال . إن شاشة العرض ولوحة المفاتيح يعتبران مثالان من ضمن العديد من الأمثلة التي تحتاج لعمليات الإخراج والإدخال . فمثلا حينما يستخدم المعالج في التحكم في أى متغير فى أى عملية صناعية وليكن مثلا درجة الحرارة فإنه لابد من إدخال درجة الحرارة إلى المعالج بعد تهيئتها ووضعها فى الصورة المناسبة لذلك ، وكذلك إذا أراد المعالج رفع درجة الحرارة أو ضرب جرس إنذار فإنه لابد وأن يخرج إشارة معينة تؤخذ وتُهيأ فى الصورة المناسبة للجهاز الذى ستذهب إليه سواء كان سخانا أو جرسا أو غيره . جميع عمليات الإدخال والإخراج تتم من خلال ما يسمى ببوابات الإدخال والإخراج والتعامل مع هذه البوابات دائما ينقسم إلى قسمين : قسم خاص بالبناء الإلكتروني لهذه البوابات وكيفية توصيلها مع المعالج وهذا القسم سندرسه بالتفصيل فى فصل قادم إن شاء الله ، والقسم الآخر هو كيفية برمجة المعالج للتعامل مع هذه البوابات وهو موضوع دراستنا فى هذا الجزء حيث سندرس الأوامر الخاصة بهذه العملية وسنفترض فى دراستنا فى هذا الجزء أن القارئ لديه على الأقل بوابة إدخال واحدة وبوابة إخراج واحدة موصولان على الميكروكمبيوتر الذى يتدرب عليه ويكتب عليه برامجه .

4-8-1 أمر الإدخال IN وأمر الإخراج OUT

وهما اختصار لكلمتي Input يعنى أدخل و Output يعنى أخرج والصورة العامة للأمر IN هى :

IN no.

البوابة رقم no. —————> المسجل A

حيث سيقوم هذا الأمر بإدخال المعلومة الموجودة على بوابة الإدخال والتي رقمها no. فى الأمر نفسه إلى مسجل التراكم A . هذا الأمر يتكون من اثنين بايت واحدة هى شفرة الأمر IN والثانية هى رقم البوابة المراد التعامل معها ، ولذلك فإنه يمكن التعامل مع $2^8 = 256$ بوابة إدخال تبدأ من البوابة رقم 00H إلى البوابة رقم FFH . انظر شفرة الأمر IN الست عشرية فى جدول الأوامر فى نهاية هذا الفصل . الصورة العامة لأمر الإخراج OUT هى :

OUT no.

المسجل A —————> البوابة رقم no.

حيث سيقوم هذا الأمر بإخراج المعلومة الموجودة فى مسجل التراكم A إلى بوابة الإخراج التى رقمها no. . هذا الأمر يتكون من اثنين بايت واحدة هى شفرة الأمر OUT والثانية هى رقم البوابة المراد التعامل معها ، ولذلك فإنه يمكن التعامل مع $2^8 = 256$ بوابة إخراج تبدأ أيضا من البوابة رقم 00H إلى البوابة رقم FFH . انظر شفرة الأمر OUT الست عشرية فى جدول الأوامر فى نهاية هذا الفصل .

لاحظ أن كلا من بوابة الإدخال وبوابة الإخراج تتكون من 8 بتات مثلها في ذلك مثل أى مسجل يتكون من 8 بتات ولذلك فإن أكبر رقم يمكن أن يكون على أى بوابة هو الرقم 255 . تذكر أيضا أن أى تعامل مع أى بوابة باستخدام هذين الأمرين لابد وأن يكون من خلال المرمك A ، فإذا أردت أن تخرج محتويات المسجل C مثلا إلى بوابة الإخراج رقم 05 فإنه لابد وأن تنقل هذه المحتويات إلى المسجل A أولا ثم تنفذ أمر الإخراج كما يلي :

MOV A,C ; أنقل محتويات C إلى A

OUT 05 ; أخرج على بوابة الإخراج رقم 05

بعد تنفيذ الأمرين السابقين سترى محتويات المسجل C على بوابة الإخراج رقم 05 . أما إذا أردنا أن ندخل محتويات بوابة الإدخال رقم 00 ونخزنها فى بايت الذاكرة رقم E100 فإننا ننفذ الأمرين التاليين على سبيل المثال :

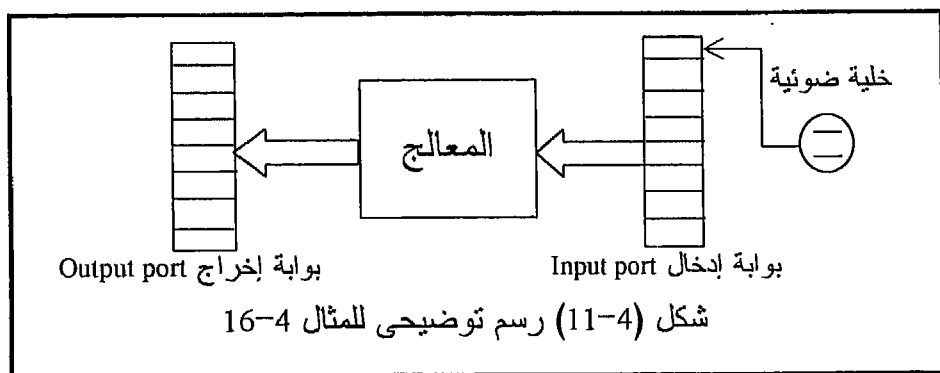
IN 00 ; أدخل محتويات بوابة الإدخال رقم 00 إلى المرمك

STA E100 ; خزن محتويات المرمك فى البايٲ E100

بعد تنفيذ هذين الأمرين فإنه إذا كانت محتويات بوابة الإدخال رقم 00 تسلى 55 مثلا فإن هذا الرقم (55) ستجده فى البايٲ E100 .

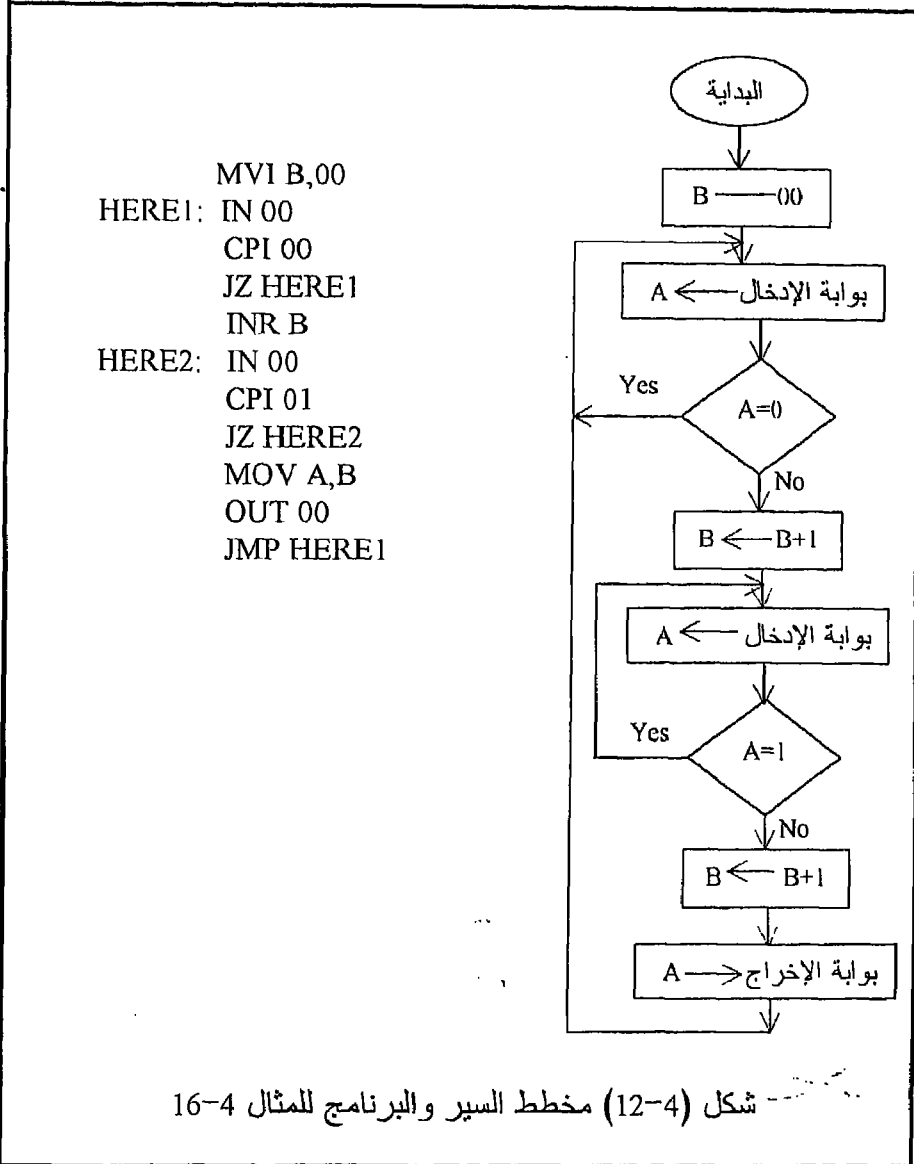
مثال 4-16

إفترض أن لدينا خط إنتاج فى أحد المصانع تعبر عليه المنتجات وفى أثناء العبور فإن كل منتج يقطع خلية ضوئية فتعطى نبضة كهربية على خرجها . خرج هذه الخلية موصل على البت رقم 0 فى بوابة الإدخال رقم 00H . المطلوب هو كتابة برنامج يعد هذه المنتجات ويخرج العدد على بوابة الإخراج رقم 00H أيضا . شكل (4-11) يبين رسما توضيحيا لهذه العملية وشكل (4-12) يبين مخطط السير والبرنامج لهذا المثال .



لاحظ وجود الأمر CPI وهو أحد أوامر الحساب التى لم نشرحها وتركناها للقارئ لمراجعتها من قوائم الأوامر فى نهاية الفصل ، ولقد استخدم هذا الأمر

لمقارنة محتويات المسجل A القادمة من بوابة الإدخال بالقيمة 00 أولاً ، وطالما أن هذه المحتويات تساوى 00 فإن ذلك يعنى عدم مرور أى منتج على خط الإنتاج ويقوم المعالج بتكرار عملية القراءة حيث يقفز إلى: HERE1 كما فى البرنامج .



عندما يمر أى منتج ستكون محتويات بوابة الإدخال مختلفة عن الصفر ولن يرجع المعالج إلى العلامة: HERE1 ثانية ولكنه سيزيد محتويات المسجل B بمقدار

واحد حيث B تعتبر عدادا للمنتجات المارة على الخط ، ثم بعد ذلك سيقوم المعالج بقراءة بوابة الإدخال مرة أخرى للتأكد من أن المنتج قد مر من على الخط وذلك بمقارنة محتويات بوابة الإدخال بالقيمة 01 وطالما أنها تساوى 01 يقفز إلى العلامة: HERE2 حيث لا يعمل شيئا سوى قراءة البوابة . عندما تنزل البوابة إلى 00 مرة أخرى فإن ذلك يدل على أن المنتج قد مر على الخط فيقوم المعالج بإخراج قيمة العداد B على بوابة الإخراج ويذهب إلى العلامة: HERE1 مرة أخرى لمواصلة البرنامج .

4-9 مجموعة أوامر المنطق

Logic Instruction Set

العمليات المنطقية التي يستطيع المعالج 8085 القيام بها هي العمليات XOR, NOT, OR, AND وسنكتفى هنا بعرض الصورة العامة لهذه الأوامر على أن يقوم القارئ بمراجعة هذه الأوامر في القوائم الموجودة في آخر الفصل لمعرفة الشفرات الست عشرية والزمن الذي يأخذه كل أمر لكي يتم تنفيذه . كما ذكرنا سابقا فإن العمليات المنطقية مثلها مثل العمليات الحسابية لابد وأن يكون المرمك طرفا فيها كما أن النتيجة لابد وأن توضع في المرمك أيضا . جميع العمليات المنطقية تؤثر على الأعلام ، انظر قوائم الأوامر في آخر الفصل لتري ذلك ولتري متى تكون هذه الأوامر مكونة من بايت واحدة ومتى تكون مكونة من 2 بايت . الصورة العامة للأمر AND هي :

ANA reg

AND reg ← مسجل A

حيث سيقوم المعالج بإجراء عملية AND على محتويات المسجل reg مع محتويات مسجل التراكم A ونتيجة العملية توضع في المرمك . بنفس الطريقة يمكننا كتابة الصورة العامة للأمرين OR و XOR كما يلي :

ORA reg

XRA reg

حيث سيقوم الأمر الأول بإجراء عملية OR على محتويات المسجل reg مع محتويات المسجل A ويضع النتيجة في المسجل A . وأما الأمر الثاني فسيجري عملية XOR على محتويات المسجل reg مع محتويات المرمك ويضع النتيجة في المرمك . جميع العمليات المنطقية الثلاث السابقة يمكن أن تجرى على معلومة فورية أو ثابت وفي هذه الحالة فإن الصورة العامة لهذه الأوامر ستكون :

ANI data8

ORI data8

XRI data8

حيث data8 هو الثابت أو المعلومة الفورية المراد إجراء العملية المنطقية عليها .
لاحظ أن هذه الأوامر في هذه الحالة سيكون كل منها مكونا من 2 بايت ، واحدة
هى شفرة الأمر والثانية هى قيمة الثابت data8 .

مثال 4-17

افترض أن محتويات المسجل A تساوى FFH ومحتويات المسجل B تساوى F0H
والمطلوب إجراء عمليات AND و OR و XOR على كل من المسجلين A و B .
أولا : عملية AND

$$A=11111111$$

$$B=11110000$$

النتيجة بعد إجراء الأمر ANA B هى : 11110000
أى أن محتويات المرمك ستتغير إلى FOH . جميع الأعلام ستتأثر بهذه النتيجة ما
عدا علمي الحمل والحمل النصفى حيث يكونان صفرا دائما في جميع العمليات
المنطقية لأنه لا يحدث لا حمل ولا حمل نصفى مع أى عملية منطقية .

ثانيا : عملية OR

$$A=11111111$$

$$B=11110000$$

النتيجة بعد إجراء الأمر ORA B هى : 11111111
أى أن محتويات المرمك ستظل FFH وستتأثر الأعلام بنفس الطريقة التى ذكرناها
مع عملية AND .

ثالثا : عملية XOR

$$A=11111111$$

$$B=11110000$$

النتيجة بعد إجراء الأمر XRA B هى : 00001111
أى أن محتويات المرمك ستصبح 0FH وستتأثر جميع الأعلام بنفس الطريقة
السابقة .

بذلك نكون قد أنهينا دراسة المجموعات الأساسية في أوامر المعالج 8085 على
أننا لم نذكر بالطبع جميع الأوامر داخل كل مجموعة ولكننا بذلك نكون قد عرفنا
الغالبية العظمى من الأوامر وما تبقى منها فمن السهل معرفته من جداول الأوامر
الموجودة في آخر هذا الفصل كما أن هناك أبواب خاصة ستعرض لمجموعات
معينة من الأوامر مثل الأوامر الخاصة بالبرامج الفرعية والأوامر الخاصة
بالمقاطعة حيث سيفرد فصل خاص لكل منها إن شاء الله نتيجة لأهميتها .

4-10 كيفية الإتصال بالذاكرة

Memory addressing

أى معلومة من حيث المكان إما أن تكون موجودة داخل المعالج نفسها فى أى مسجل من مسجلاته وفى هذه الحالة فإنه يمكن التعامل معها بسهولة وتحريكها من مكان لآخر داخل المعالج فى زمن أقل ، وإما أن تكون موجودة فى الذاكرة ويريد المعالج قراءتها ، أى إحضارها من الذاكرة ووضعها فى أى مسجل من مسجلاته ، أو كتابتها أى نقلها إلى الذاكرة ، وذلك يتطلب من المعالج أن يحدد عنوان المكان أو البايث فى الذاكرة التى ستمم معها عملية القراءة أو الكتابة . طريقة تحديد عنوان البايث من الذاكرة المراد التعامل معها هى المقصود دراسته فى هذا الجزء . يجب أن نتذكر جيدا أن جميع شرائح المعالجات التى نتعامل معها إلى الآن لها مسار عناوين به 16 بتا ولذلك فإننا عندما سنكتب أى عنوان فى النظام الستعشرى فلا بد أن نكتبه من 4 خانات حيث كل خانة فى النظام الستعشرى تمثل 4 بتات فى النظام الثنائى ، فمثلا العنوان 1111000010100001 فى النظام الثنائى هو F0A1H فى النظام الستعشرى وغالبا نضع الحرف H للدلالة على أن الرقم مكتوبا فى النظام الستعشرى . هناك طريقتان يحدد بهما المعالج 8085 عنوان المكان أو البايث فى الذاكرة المراد التعامل معه وسنبين هاتين الطريقتين فيما يلى :

4-10-1 الطريقة المباشرة Direct method

فى هذه الطريقة فإن الأمر نفسه يحتوى عنوان البايث المراد التعامل معها ، ولذلك فإن كل الأوامر التى تقع تحت هذا الصنف تتكون من ثلاث بايتات ، واحدة من هذه البايثات هى شفرة الأمر operation code واختصارا تكتب op code والإثنين بايث التالية هى عنوان المكان فى الذاكرة المراد التعامل معه . تذكر أن البايث تتكون من 8 بتات وأنه دائما تكون البايث الأولى من بايتات العنوان هى البايث ذات القيمة الصغرى Low significant byte . بالنسبة للمعالج 8085 هناك الأمران LDA addr و STA addr كأمثلة على الأوامر التى تتعامل بهذه الطريقة. كما رأينا سابقا فإن الأمر LDA addr يقوم بتحميل المسجل A (المركم) بمحتويات المكان فى الذاكرة الذى عنوانه موجود فى الأمر نفسه وقد رمزنا له بالرمز addr . أما الأمر STA addr فإنه يفعل العكس حيث يقوم بتخزين محتويات المسجل A فى المكان الذى عنوانه addr فى الذاكرة .

4-10-2 الطريقة غير المباشرة Indirect method

فى هذه الطريقة يوضع عنوان البايث المراد التعامل معها فى المسجلين H و L بحيث يحتوى المسجل H على البايث ذات القيمة العظمى من العنوان ويحتوى

المسجل L على البايٲ ذات القيمة الصغرى منه . مثل هذه الأوامر تتكون دائماً من بايت واحدة حيث يرمز لهذا المكان فى الذاكرة بالرمز M وتأخذ الشفرة 110 كما رأينا من خلال تعاملنا مع الأوامر سابقاً . فمثلاً الأمر MOV A,M معناه انقل محتويات بايت الذاكرة التى عنوانها فى زوج المسجلات HL إلى مسجل التراكم .

السؤال الذى يتبادر إلى الذهن هنا أى الطريقتين يفضل فى الاستخدام ، الطريقة المباشرة أم غير المباشرة ؟ الإجابة عن هذا السؤال تتوقف على البرنامج أو على المشكلة التى نبرمجها . فإذا كان البرنامج يتعامل مع الذاكرة باستمرار وبالدات إذا كان التعامل مع أماكن متعاقبة فى الذاكرة فإن الطريقة غير المباشرة لا شك تكون الأفضل لأنها ستوفر الكثير من طول البرنامج لأن المسجلين HL فى هذه الحالة سيكونان عبارة عن مؤشر إلى بايت الذاكرة التى تستخدمها وكما أردت التعامل مع بايت جديدة تزيد محتويات المسجلين HL بواحد كما رأينا فى المثال 4-7 . أما إذا كنت ستعامل مع الذاكرة لمرة واحدة فإنه ليس هناك أى داع لاستخدام الطريقة غير المباشرة ولكن يفضل فى هذه الحالة الطريقة المباشرة . الأشكال التالية تحتوى مجموعة أوامر المعالج 8085 مقسمة أولاً إلى مجموعات كما أشرنا سابقاً بحيث يحتوى كل شكل الأوامر الخاصة بمجموعة معينة والشفرة الست عشرية وعدد نبضات التزامن التى يحتاجها كل أمر لكى يتم إحضاره من الذاكرة وتنفيذه . شكل (4-18) يبين قائمة أوامر الشريحة 8085 مرتبة ترتيباً أبجدياً مع ملخص أو نبذة عن وظيفة كل أمر وكذلك الأعلام التى تتأثر بكل أمر .

MOV	A	B	C	D	E	H	L	M
,A	7F	47	4F	57	5F	67	6F	77
,B	78	40	48	50	58	60	68	70
,C	79	41	49	51	59	61	69	71
,D	7A	42	4A	52	5A	62	6A	72
,E	7B	43	4B	53	5B	63	6B	73
,H	7C	44	4C	54	5C	64	6C	74
,L	7D	45	4D	55	5D	65	6D	75
,M	7E	46	4E	56	5E	66	6E	

MVI	A	B	C	D	E	H	L	M
	3Exx	06xx	0Exx	16xx	1Exx	26xx	2Exx	36xx

LDA (13)	STA (13)
3Axxxx	32xxxx

LDAX B (7)	LDAX D (7)	STAX B (7)	STAX D (7)
0A	1A	02	12

IN (10)	OUT (10)	LHLD (16)	SHLD (16)
DBxx	D3xx	2Axxxx	22xxxx

XCHG (4)	XTHL (16)	SPHL (6)
EB	E3	F9

	LXI (10)	POP (10)	PUSH (10)
B	01xxxx	C1	C5
D	11xxxx	D1	D5
H	21xxxx	E1	E5
SP	31xxxx		
PSW		F1	F5

- جميع الأوامر التي على الصورة MOV M,reg و MOV reg,M تأخذ 7 نبضات تزامن والأوامر التي على الصورة MOV reg,reg تأخذ 4 نبضات تزامن .
 - xx تعني معلومة 8 بتات (data8) و xxxx تعني عنوان أو معلومة 16 بتا
 - جميع الأوامر التي على الصورة MVI reg,xx تأخذ 7 نبضات تزامن حتى يتم إحضارها وتنفيذها والأمر MVI M,xx يأخذ 10 نبضات.
 - الأرقام التي بين القوسين للأوامر الأخرى تدل على عدد النبضات التي يأخذها الأمر .
- شكل (4-13) مجموعة أوامر الانتقال للمعالج 8085

	INR	DCR	ADD	SUB	ADC	SBB
A	3C	3D	87	97	8F	9F
B	04	05	80	90	88	98
C	0C	0D	81	91	89	99
D	14	15	82	92	8A	9A
E	1C	1D	83	93	8B	9B
H	24	25	84	94	8C	9C
L	2C	2D	85	95	8D	9D
M	34	35	86	96	8E	9E

	INX	DCX	DAD
B	03	0B	09
D	13	1B	19
H	23	2B	29
SP	33	3B	39

ADI(7)	SUI(7)	ACI(7)	SBI(7)	DAA(4)
C6xx	D6xx	CExx	DExx	27

- الأوامر ADD M , SUB M , ADC M , SBB M كلها تأخذ 7 نبضات لكي يتم إحضارها وتنفيذها .
- الأوامر INR M DCR M تأخذ 10 نبضات .
- جميع أوامر الحساب الأخرى تحتاج إلى 4 نبضات .
- الأرقام التي بين القوسين لبعض الأوامر تدل على عدد النبضات اللازمة لإحضار وتنفيذ هذا الأمر.

شكل (4-14) مجموعة أوامر الحساب

	ANA	ORA	XRA	CMP
A	A7	B7	AF	BF
B	B0	A0	A8	B8
C	A1	B1	A9	B9
D	A2	B2	AA	BA
E	A3	B3	AB	BB
H	A4	B4	AC	BC
L	A5	B5	AD	BD
M	A6	B6	AE	BE

ANI	ORI	XRI	CPI	CMA
E6xx	F6xx	EExx	FExx	2F

- جميع أوامر المنطق تأخذ 4 نبضات ما عدا الأوامر التي تتعامل مع ذاكرة M والأوامر ANI ORI XRI CPI فتأخذ 7 نبضات لكي يتم إحضارها وتنفيذها.

شكل (4-15) مجموعة أوامر المنطق

JMP	JC	JNC	JZ	JNZ	JM	JP	JPE	JPO
C3 XXXX	DA XXXX	D2 XXXX	CA XXXX	C2 XXXX	FA XXXX	F2 XXXX	EA XXXX	E2 XXXX

- هذه الأوامر إذا تم لها القفز تأخذ 10 نبضات وإذا لم يتم القفز تأخذ 7 نبضات لكي يتم إحضارها وتنفيذها .

CALL	CC	CNC	CZ	CNZ	CM	CP	CPE	CP O
C1D XXXX	DC XXXX	D4 XXXX	CC XXXX	C4 XXXX	FC XXXX	F4 XXXX	EC XXXX	E4 XXXX

- هذه الأوامر تأخذ 18 نبضة إذا تم لها القفز وإذا لم يتم القفز تأخذ 9 نبضات .

RET	RC	RNC	RZ	RNZ	RM	RP	RPE	RPO
C9	D8	D0	C8	C0	F8	F0	E8	E0

- هذه الأوامر تأخذ 12 نبضة إذا تم القفز و 6 إذا لم يتم ما عدا الأمر RET فإنه يأخذ 10 نبضات .

RST 7	RST 6	RST 5	RST 4	RST 3	RST 2	RST 1	RST 0
FF	F7	EF	E7	DF	D7	CF	C7

- هذه الأوامر تأخذ 12 نبضة لكي يتم إحضارها وتنفيذها .

PCHL
E9

- هذا الأمر يحتاج إلى 6 نبضات لكي يتم إحضاره وتنفيذه .

شكل (4-16) مجموعة أوامر القفز

RLC	RRC	RAL	RAR	CMC	STC	EI	DI	HLT	NOP
07	0F	17	1F	3F	37	FB	F3	76	00

RIM	SIM
20	30

- جميع هذه الأوامر تحتاج إلى 4 نبضات لكي يتم إحضارها وتنفيذها .

شكل (4-17) أوامر أخرى

الاسم	الشفرة	الاعلام المتأثرة	وظيفة الأمر
ACI const	11001110 data8	Z S P C Y H C	ثابت + علم الحمل + $A \leftarrow A +$
ADD reg	10000sss	Z S P C Y H C	مسجل + $A \leftarrow A +$
ADC reg	10001sss	Z S P C Y H C	مسجل + علم الحمل + $A \leftarrow A +$
ADI const	11000110 data8	Z S P C Y H C	ثابت + $A \leftarrow A +$
ANA reg	10100sss	Z S P 0 0	مسجل AND $A \leftarrow A$
ANI const	11100110 data8	Z S P 0 0	ثابت AND $A \leftarrow A$
CALL addr	CD addr16		نداء غير مشروط على برنامج فرعي
CC addr	DC addr16		نداء برنامج فرعي مشروط بعلم الحمل = 1
CM addr	FC addr16		نداء برنامج فرعي مشروط بنتيجة سالبة
CMA	2F		عكس محتويات المسجل A
CMC	3F		عكس علم الحمل
reg CMP	10111sss	Z S P C Y H C	قارن مسجل مع مسجل A. اطرح (reg - A) المسجل A لا يتأثر بالنتيجة.
CNC addr	D4 addr16		نداء برنامج فرعي مشروط بعلم الحمل = 0
CNZ addr	C4 addr16		نداء برنامج فرعي مشروط بعلم الصفر = 0
CP addr	F4 addr16		نداء برنامج فرعي مشروط بنتيجة موجبة
CPE addr	EC addr16		نداء برنامج فرعي مشروط بباريتي زوجية
CPI const	FE data8	Z S P C Y H C	مقارنة , (ثابت - A) والمسجل A لا يتأثر
CPO addr	E4 addr16		نداء برنامج فرعي مشروط بباريتي فردية
CZ addr	CC addr16		نداء برنامج فرعي مشروط بعلم الصفر = 1
DAA	27	Z S P C Y H C	حول المرمك إلى النظام العشري

DAD rp	00rp1001	CY	اجمع $HL \leftarrow HL + rp$
DCR reg	00ddd101	ZSPCYHC	انقص محتويات المسجل reg بمقدار 1
DCX rp	00rp1011		انقص محتويات المسجلين rp بمقدار 1
DI	F3		اهمل المقاطعة
EI	FB		اسمح بالمقاطعة
HLT	76		أوقف تنفيذ البرنامج
IN no.	DB Port no.		اقرأ بوابة الإدخال رقم no.
INR reg	00ddd100	ZSPCYHC	اجمع 1 على محتويات المسجل reg
INX rp	00rp0011		اجمع 1 على محتويات المسجلين rp
JC addr	DA addr16		قفز مشروط بعلم الحمل = 1
JM addr	FA addr16		قفز مشروط بعلم الإشارة = 1
JMP addr	C3 addr16		قفز غير مشروط
JNC addr	D2 addr16		قفز مشروط بعلم الحمل = 0
JNZ addr	C2 addr16		قفز مشروط بعلم الصفر = 0
JP addr	F2 addr16		قفز مشروط بعلم الإشارة = 0
JPE addr	EA addr16		قفز مشروط بباريتي زوجية
JPO addr	E2 addr16		قفز مشروط بباريتي فردية
JZ addr	CA addr16		قفز مشروط بعلم الصفر = 1
LDA addr	3A addr16		محتويات عنوان \leftarrow المسجل A
LDAX rp	00rp1010		محتويات العنوان الموجود في الزوج BC أو DE تنقل للمسجل A
LHLD addr	2A addr16		محتويات العنوان addr والذي يليه \leftarrow المسجلين HL
LXI rp,const	00rp0001		ثابت من 16 بت \leftarrow زوج

	data16		المسجلات rp
MOV reg1, reg2	01dddsss		محتويات reg2 ← reg1
MVI reg, const	00ddd110 data8		ثابت من 8 بت ← reg
NOP	00		لا تعمل شيء
ORA reg	10110sss	ZSP 0 0	OR المسجل reg مع المسجل A
ORI const	F6 data8	ZSP 0 0	OR ثابت من 8 بت مع المسجل A
OUT no.	D3 Port no.		المسجل A ← بوابة الإخراج رقم no.
PCHL	E9		قفز للعنوان الموجود في المسجلين HL
POP rp	11rp0001		محتويات قمة المكسدة ← rp
PUSH rp	11rp0101		محتويات rp ← قمة المكسدة
RAL	17	CY	دوران المرمك للشمال من خلال علم الحمل
RAR	1F	CY	دوران المرمك لليمين من خلال علم الحمل
RC	D8		عودة مشروطة بعلم الحمل = 1
RET	C9		عودة غير مشروطة
RLC	07	CY	دوران المرمك للشمال , آخر بت الى البت الأولى وإلى علم الحمل ولا يذهب علم الحمل لأول بت
RM	F8		عودة مشروطة بنتيجة سالبة
RNC	D0		عودة مشروطة بعلم الحمل = 0
RNZ	C0		عودة مشروطة بعلم الصفر = 0
RP	F0		عودة مشروطة بنتيجة موجبة
RPE	E8		عودة مشروطة بباريتي زوجية
RRC	0F	CY	دوران المرمك لليمين , أول بت إلى آخر بت وإلى علم الحمل ولا يذهب علم الحمل لآخر بت
RST	11nnn111		ابداً من العنوان صفر
RZ	C8		عودة مشروطة بعلم الصفر = 1
RIM	20		اقرأ قناع المقاطعة

SBB reg	10010sss	ZSPCYHC	طرح reg وعلم الحمل من المسجل A
SBI const	DE data8	ZSPCYHC	اطرح ثابت وعلم الحمل من المسجل A
SHLD	22		خزن محتويات المسجلين HL فى الذاكرة
SIM	30		ضع قناع المقاطعة
SPHL	F9		حمل مؤشر المكسدة من المسجلين HL
STA addr	32 addr16		خزن محتويات المرمك فى العنوان addr
STAX rp	00rp0010		خزن المرمك فى العنوان الموجود فى المسجلين rp (BC و DE فقط)
STC	37	- - - 1 -	اجعل علم الحمل = 1
SUB reg	10010sss	ZSPCYHC	اطرح المسجل reg من المسجل A
SUI const	D6 data8	ZSPCYHC	اطرح ثابت من المسجل A
XCHG	EB		بدل محتويات المسجلين DE مع HL
XRA reg	10101sss	ZSP00	XOR المسجل reg مع المرمك
XRI const	EE data8	ZSP00	XOR ثابت مع المرمك
XCHG	EB		بدل محتويات المسجلين HL مع مؤشر المكسدة

ملاحظات :

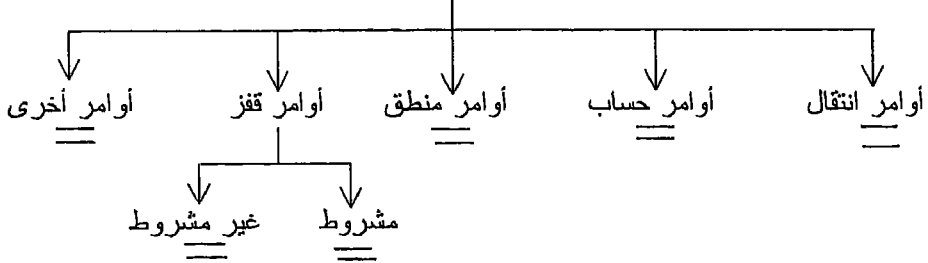
- reg اختصار لكلمة register وتعنى مسجل 8 بت .
- rp اختصار لكلمة register pair وتعنى زوجا من المسجلات .
- const اختصار لكلمة constant وتعنى ثابت أو معلومة فورية وأحيانا يكون هذا الثابت 8 بتات وأحيانا يكون 16 بتا على حسب الأمر إذا كان يتعامل مع مسجل واحد أو زوج من المسجلات .
- addr اختصار لكلمة address وتعنى عنوانا فى الذاكرة ودائما يكون العنوان 16بتا .
- Z تعنى علم الصفر S
- تعنى علم الإشارة
- P تعنى علم الباريتى
- CY تعنى علم الحمل HC
- تعنى علم الحمل النصفى .

شكل (4. 18) أوامر الشريحة 8085 مرتبة أبجديا

11-4 تمرين

1. أكمل الجدول التالي الخاص بأوامر الشريحة 8085 :

أوامر المعالج 8085



2. ما هي نتيجة تنفيذ البرنامج التالي :

```

E000 MVI A,05
E002 MOV B,A
E003 MOV C,B
E004 MOV D,C
E005 MOV E,D
E006 MOV L,E
E007 MOV H,L
E008 MOV M,L
  
```

3. اقرأ البرنامج السابق وأجب عما يلي :

- محتويات مكان الذاكرة E000=.....
- محتويات مكان الذاكرة E001=.....
- محتويات مكان الذاكرة 0505=.....

4.

```

E000 LXI H,E100
E003 MVI M,3E
E005 INX H
E006 MVI M,05
E008 INX H
E009 MVI M,47
E00B INX H
E00C MVI M,48
  
```

ما هي نتيجة تنفيذ البرنامج السابق ؟

5. على ضوء نتيجة تنفيذ البرنامج السابق ما هي نتيجة تنفيذ الشفرات الموجودة في الأماكن E100 إلى E103 ؟
6. هل تتأثر الأعلام بأوامر الانتقال ؟
7. اذكر الأعلام التي تتأثر بكل عملية من العمليات الحسابية والمنطقية ؟
8. إذا كانت محتويات المسجل A=F3H ومحتويات المسجل B=A4H فاكتب محتويات المسجل A بعد تنفيذ كل أمر من الأوامر التالية على نفس المحتويات السابقة ووضح أيضا كيف ستتأثر الأعلام بكل أمر :

ADD B
SUB B
SUB A
INC A
ANA B
ORA B
XRA B

9. ارسم خريطة تدفق للبرنامج التالى وما هي نتيجة تنفيذه :
- E000 MVI L,50H
E003 MVI H,E1H
E005 MOV M,A
E006 DCR L
E007 JNZ E005
10. ماذا يحدث لو كتبنا البرنامج السابق عند E100 بدلا من E000 ؟
11. أعد كتابة البرنامج السابق مستخدما العلامات Labels ؟ وما هي مميزات البرنامج مكتوبا بهذه الصورة ؟
12. كم عدد بوابات الإدخال التي يستطيع المعالج 8085 التعامل معها؟
13. كم عدد بوابات الإخراج التي يستطيع المعالج 8085 التعامل معها؟
14. على ماذا يتوقف هذا العدد ؟
15. هل هناك ما يمنع أن تكون بوابتي إدخال وإخراج لهما نفس الرقم . كمثال على ذلك IN 05 و OUT 05 ؟
16. OUT C,reg هذا أحد أوامر الإخراج للبروسيسور Z80 والذي يعنى إخراج محتويات المسجل reg على بوابة الإخراج التي رقمها فى المسجل C فهل المعالج 8085 لديه ما يكافئ هذا الأمر ؟
17. هل تتأثر الأعلام بأوامر الإدخال والإخراج ؟
18. أكتب برنامجا يقرأ محتويات البوابة 00 وإذا كانت هذه المحتويات زوجية يخزنها فى الذاكرة ابتداء من العنوان E100 وإذا كانت فردية يخرجها على البوابة 00 ؟

19. المعالج 8085 لديه طريقتان فقط لعنونة الذاكرة وهما العنونة المباشرة والعنونة غير المباشرة ، اذكر الأوامر التي تستخدم مع كل من الطريقتين ؟
20. اذكر متى تفضل استخدام العنونة المباشرة ومتى تفضل العنونة غير المباشرة؟
21. المعالجان Z80 و MC6800 بهما طرق أخرى لعنونة الذاكرة والتي منها على سبيل المثال العنونة المفهرسة indexed addressing فهل هناك طرق أخرى لعنونة الذاكرة لدى المعالج 8085 ؟
22. اكتب برنامجا يحسب عدد الواحيد الموجودة فى محتويات المسجل A ، فمثلا إذا كان $A=11110101$ فإن عدد الواحيد = 6 .
23. اكتب برنامج يحسب أكبر قيمة عددية فى لبايت فى المدى العنوانى E200H إلى E250H .
24. اكتب برنامج يحسب عدد البايتات التي تحتوى أصفرا والتي تحتوى أرقاما موجبة والتي تحتوى أرقاما سالبة فى المدى العنوانى E100 إلى E150 .
25. اكتب برنامج يحسب عدد البايتات التي تحتوى ببيانات فردية والتي تحتوى ببيانات زوجية فى المدى العنوانى E100 إلى E150 .
26. المدى العنوانى E100 إلى E150 يحتوى ببيانات لإشارة صوت ، احسب كم مرة عبرت إشارة الصوت الصفر .
27. اكتب برنامج يقرأ بوابة الإدخال رقم 00 ويختبر البت الرابعة فيها ، فإذا كانت هذه البت واحد يخرج هذه المحتويات على البوابة 00 ، وإذا كانت هذه البت صفر يخرج محتوياتها على البوابة 01 .
28. اكتب برنامج يقرأ بوابة الإدخال رقم 00 إلى مالانهاية ويختبر البيانات التي يقرأها ، فإن كانت فردية يخرجها على البوابة 00 ، وإن كانت زوجية يخرجها على البوابة 01 . احسب أكبر معدل لدخول البيانات لكى يعمل هذا النظام فى الزمن المباشر real time .

الفصل الخامس

برمجة المعالج Z 80

Programming The Z80 Microprocessor

5-1 مقدمة

يُعتبر المعالج Z80 صورة متطورة ومنقحة للمعالج Intel8085 حيث أن جميع أوامر الشريحة 8085 تتوافق مع الشريحة Z80 ولكن الشريحة Z80 تمتاز ببعض المميزات الأخرى الغير موجودة في الشريحة 8085 والتي سنراها في أثناء دراستنا لهذا الجزء . سنتبع في هذا الفصل نفس الطريقة التي اتبعناها في الفصل السابق حيث سنقسم أوامر الشريحة Z80 إلى مجموعات وسندرس بالتفصيل من كل مجموعة بعض الأوامر الكثيرة الاستخدام على أننا سنعرض في نهاية الفصل لجدول مختلفة لجميع الأوامر حيث يمكن للقارئ الرجوع إليها . ولقد تعمدنا أن نتبع نفس طريقة الشرح في الفصل السابق حتى يتمكن من يريد أن يتتبع المعالج Z80 فقط دون اللجوء إلى مراجعة أى معالج آخر قد لا يحتاج إليه في أثناء تدريبه ، كما أننا سنعرض مقارنات بسيطة بين البروسييسور Z80 و البروسييسور 8085 في بعض المواقع التي تتطلب ذلك حتى تكتمل الفائدة لمن يريد ذلك .

5-2 مجموعة أوامر الانتقال

Transfer instructions

يقوم أى أمر من أوامر هذه المجموعة بنقل معلومة (بايت) من مكان لآخر حيث المكان الذى تخرج منه المعلومة سنسميه المصدر Source وسنرمز له أحيانا بالرمز sss وهذا المكان قد يكون مسجلا داخل شريحة المعالج وقد يكون بايتا من بايتات الذاكرة ، وأما المكان الذى ستذهب إليه المعلومة فسوف نسميه الهدف Destination وسنرمز له أحيانا بالرمز ddd وهذا المكان أيضا قد يكون مسجلا داخل شريحة المعالج وقد يكون بايتا من بايتات الذاكرة كما سنرى . تمتاز جميع أوامر الانتقال الخاصة بالشريحة Z80 بأن لها نفس الأحرف مهما كان مصدر أو هدف المعلومة وهذه الأحرف هي LD التي هي اختصارا لكلمة LOAD أو حمل ، وذلك على العكس من الشريحة 8085 التي تستخدم عددا أكثر من الأحرف والتي منها MOV و MVI و LDA وغير ذلك من الصور التي تستخدم كل منها في حالته الخاصة كما رأينا في الفصل السابق ، لذلك سنتناول أوامر الانتقال في حالة الشريحة Z80 على حسب مصدر وهدف المعلومة كما يلي :

5-2-1 نقل معلومة من مسجل إلى مسجل آخر

الصورة العامة لهذا الأمر هي :

LD ddd,sss

مسجل sss ← مسجل ddd

ومعناه تحميل المسجل ddd بمحتويات المسجل sss ، لاحظ أن الذى يتم نقله من المسجل sss هو صورة من المحتويات فقط أما محتويات المسجل فتظل كما هى لا تتغير . من الأمثلة على ذلك ما يلى :

• الأمر LD A,B حيث سيقوم هذا الأمر بنقل (نسخ) محتويات المسجل B (المصدر) إلى المسجل A (الهدف) .

• الأمر LD C,H سيقوم بتحميل المسجل C بمحتويات المسجل H .

• الأمر LD B,B سيقوم بتحميل المسجل B بمحتويات المسجل B . لاحظ أن تأثير هذا الأمر يكافئ تماما "لا تعمل شيئا" وهذه العملية تكون مهمة جدا فى الكثير من التطبيقات ولذلك فقد أفرد لها أمر خاص بها وهو الأمر NOP أى No Operation أو لا تعمل شيئا ، وهذا الأمر سنراه فى الكثير من التطبيقات القادمة إن شاء الله . الشفرات الست عشرية لجميع أوامر الانتقال بين جميع المسجلات بعضها البعض يوضحها شكل (5-1) . بالنظر لهذا الشكل نجد أنه إذا أردنا مثلا نقل محتويات المسجل A إلى المسجل L نستخدم الأمر LD L,A الذى شفرته من شكل (5-1) هى 6F . جميع أوامر نقل المعلومة من مسجل إلى آخر تتكون من بايت واحدة فقط تسمى OP Code وهى اختصار Operation Code أو شفرة العملية .

5-2-2 تحميل مسجل بمعلومة فورية أو ثابت Constant

فى الكثير من التطبيقات نحتاج لتحميل مسجل من المسجلات بثابت معين ، فى هذه الحالة تكون الصورة العامة لمثل هذه الأوامر كما يلى :

LD ddd,data8

data8 ← المسجل ddd

ومعناه حمل المسجل ddd بالمعلومة الفورية أو الثابت data8 ، لاحظ أن data8 يقصد بها ثابت مكون من ثمانية بتات ، جميع أوامر هذه المجموعة تتكون من اثنين بايت واحدة هى شفرة الأمر Op Code والثانية هى البايت data8 أو الثابت. شكل (5-2) يبين الشفرات الست عشرية لعملية تحميل أى مسجل من المسجلات بثابت data8 . من هذا الشكل نلاحظ أنه لتحميل المسجل D بالقيمة 55H مثلا نستخدم الأمر LD D,55H والذى ستكون شفرته الست عشرية كما يلى :

16

55H

حيث 16 (البايت الأولى) هي op code كما في شكل (5-2) أما البايت الثانية فهي قيمة الثابت المراد تحميله في المسجل D وهو 55H ، لاحظ أن H بعد الرقم تعنى أن هذا الرقم ممثل في النظام الست عشري .

مسجل الهدف Destination register	مسجل المصدر Source register						
	A	B	C	D	E	H	L
A,	7F	78	79	7A	7B	7C	7D
B,	47	40	41	42	43	44	45
C,	4F	48	49	4A	4B	4C	4D
D,	57	50	51	52	53	54	55
E,	5F	58	59	5A	5B	5C	5D
H,	67	60	61	62	63	64	65
L,	6F	68	69	6A	6B	6C	6D

شكل (5-1) الشفرة الست عشرية لجميع أوامر الإنتقال بين المسجلات

A	B	C	D	E	H	L
3E	06	0E	16	1E	26	2E
data8	data8	data8	data8	data8	data8	data8

شكل (5-2) الشفرات الست عشرية لأوامر تحميل المسجلات بمعلومة فورية أو ثابت data8

مثال 1.5

المطلوب تحميل المسجلات A, B, C, D, E, H بالمعلومات الفورية أو الثوابت الآتية : 01, 02, 03, 04, 05, 06 وبعد ذلك يتم إجراء إزاحة دورانية لهذه المحتويات بحيث تذهب محتويات المسجل A إلى المسجل B وتذهب محتويات المسجل B إلى المسجل C وهكذا إلى أن تذهب محتويات المسجل H إلى المسجل A . شكل (4-2) في الفصل السابق يبين رسماً توضيحياً ومخطط السير لهذا البرنامج ، أما البرنامج بلغة الأسمبلى والشفرات الست عشرية فإنه موضح في شكل (5-3) . شكل (4-3) في الفصل السابق يبين نفس هذا البرنامج مكتوباً بلغة الأسمبلى الخاصة بالشريحة 8085 وبمقارنة الشفرات الست عشرية لكلا البرنامجين في الشكلين (5-3 و 4-3) نجد أن هناك تطابقاً تاماً في الشفرات الست عشرية في الحالتين وهذا يبين مدى التطابق بين الشريحتين Z80 و 8085 فإن أى برنامج مكتوباً بالشفرات الست عشرية للشريحة 8085 يمكن تنفيذه باستخدام الشريحة Z80

وأما البرامج المكتوبة بالشفرات الست عشرية للشريحة Z80 فليس بالضرورة أنه يمكن تنفيذه على الشريحة 8085 وذلك لأن الشريحة Z80 تحتوى على عدد أكثر من الأوامر الغير معرفة لدى الشريحة 8085 .

العناوين	شفرات أسمبلى	شفرات ست عشرية
E000	LD A,01	3E
		01
E002	LD B,02 ,	06
		02
E004	LD C,03	0E
		03
E006	LD D,04	16
		04
E008	LD E,05	1E
		05
E00A	LD H,06	26
		06
E00C	LD L,A	6F
E00D	LD A,H	7C
E00E	LD H,E	63
E00F	LD E,D	5A
E010	LD D,C	51
E011	LD C,B	48
E012	LD B,L	45

شكل (3-5) برنامج الأزاحة الدورانية

لتنفيذ البرنامج الموجود فى شكل (3-5) فإنه يمكن أن ندخل فى الذاكرة RAM ونكتب الشفرات الست عشرية ابتداء من العنوان E000 وبعد الانتهاء من كتابة البرنامج فى الذاكرة ننفذه باستخدام الأمر GO E000 . أما إذا كان الميكروكمبيوتر الذى نستخدمه به الأسبيلر الخاص بالمعالج Z80 فإنه يمكننا فى هذه الحالة كتابة البرنامج بلغة الأسبلى مباشرة ثم تنفيذه وسنترك تفاصيل عملية إدخال البرنامج لأنها تختلف من شخص لآخر ولكننا ننصح أن تكتب البرامج الأولى فى مرحلة التدريب بالشفرات الست عشرية ثم بعد ذلك تكتب بلغة الأسبلى وننصح أيضا أن يتم تنفيذ البرامج الأولى بطريقة الخطوة خطوة حتى يتمكن

المتدرب من ملاحظة تأثير كل أمر على حده ومتابعة تحميل المسجلات وانتقال البيانات من مسجل لآخر .

يمكن أيضا تحميل زوج من المسجلات بمعلومة مكونة من 16 بتا كما يلي :

LD rp,data16

rp زوج المسجلات data16

حيث rp ترمز لأي زوج من أزواج المسجلات المتاحة في المعالج Z80 وهى IY, IX, SP, HL, DE, BC (راجع شكل (2-6) لترى أزواج المسجلات المتاحة في الشريحة Z80) . شكل (4-5) يبين الشفرات الست عشرية المصاحبة لكل زوج في هذا الأمر . لاحظ أن جميع هذه الأوامر ستتكون من ثلاث بايتات ، واحدة (الأولى) ستكون شفرة الأمر op code والاثنتان التاليتان ستحتويان المعلومة data16 المكونة من 16 بت كما ذكرنا فيما عدا في حالة الزوج IX و IY فإن الأمر سيتكون من أربعة بايتات ، إثنان لشفرة الأمر op code وإثنان للمعلومة data16 . لاحظ أننا مجازا فقط في هذا المكان نطلق على المسجلات SP, IY, IX كلمة أزواج ولكن ليكن راسخا في العلم أن كل واحدة منها عبارة عن مسجل واحد مكون من 16 بت ولا يمكن تقسيمه إلى مسجلين كما هو الحال في الزوج BC مثلا الذي يمكن استخدامه كمسجلين B و C . كمثال على ذلك فإن الأمر :

LD HL,E100

سيحمل الزوج HL بالمعلومة E100H حيث ستذهب الباييت الأولى من المعلومة (00) إلى المسجل L والباييت الثانية من المعلومة (E1) ستذهب إلى المسجل H . الشفرات الست عشرية لهذا الأمر ستكون كالتالى :

21

00

E1

5-2-3 نقل معلومة من مسجل إلى الذاكرة والعكس

لنقل معلومة من مسجل فى داخل المعالج Z80 إلى أى مكان فى الذاكرة أو العكس يمكن استخدام طريقة من ثلاث طرق متاحة لهذا الغرض وهى كالتالى :

BC	DE	HL	SP	IX	IY
01	11	21	31	DD21	FD21
data16	data16	data16	data16	data16	data16

شكل (4-5) الشفرات الست عشرية لأوامر تحميل أزواج المسجلات بمعلومة فورية أو ثابت data16

5-3-1 الطريقة المباشرة Direct addressing

في هذه الطريقة يكون عنوان البايث المراد التعامل معها موجودا في الأمر نفسه (في البايث الثانية والثالثة) ولذلك فإن مثل هذه الأوامر تتكون دائما من ثلاث بايتات واحدة هي شفرة الأمر op code واثنان للعنوان المراد التعامل معه . هناك أمران فقط تحت هذه المجموعة ، أمر خاص بنقل المعلومات من مسجل التراكم إلى الذاكرة والآخر خاص بنقل المعلومات من الذاكرة إلى مسجل التراكم A ولذلك فإننا نلاحظ أن التعامل بالطريقة المباشرة لا يكون إلا بين مسجل التراكم فقط والذاكرة ، فإذا أردنا نقل معلومة مثلا من المسجل B إلى الذاكرة بهذه الطريقة فإننا ننقل المعلومة أولا إلى المسجل A ثم منه إلى الذاكرة . الأمر الأول في هذه المجموعة هو الأمر :

LD A,(addr) .

(addr) ← المسجل A

الشفرة الست عشرية لهذا الأمر هي :

3A

البايث ذات القيمة الصغرى من العنوان addr

البايث ذات القيمة العظمى من العنوان addr

حيث سيقوم هذا الأمر بنقل محتويات بايث الذاكرة التي عنوانها في الاثنيين بليت الثانية والثالثة في الأمر نفسه إلى مسجل التراكم A . ونؤكد هنا على كلمة محتويات حتى لا يظن البعض أن العنوان نفسه هو الذي يوضع في المسجل A كما يوحي شكل الأمر لأول وهلة ولقد تم وضع قوسين حول كلمة addr في الصورة الحرفية للأمر للتأكيد على ذلك ولأنه بدون هذين القوسين لن يستطيع الأسمبلر التمييز بين ما إذا كان الرقم addr عنوانا أم معلومة فورية مطلوبة تحميلها في المسجل A . كمثال على ذلك انظر إلى الأمر :

LD A,(E100)

حيث يقوم هذا الأمر بتحميل المسجل A بمحتويات العنوان E100 من الذاكرة . الأمر الثاني من أوامر هذه المجموعة هو الأمر :

LD (addr),A

المسجل A ← (addr)

والشفرة الست عشرية لهذا الأمر هي :

32

البايث ذات القيمة الصغرى من العنوان addr

البايث ذات القيمة العظمى من العنوان addr

حيث سيقوم هذا الأمر بنقل محتويات المسجل A إلى بايث الذاكرة التي عنوانها موجود في البايث الثانية والثالثة من الأمر نفسه ، أي أن هذا الأمر يقوم بالعملية العكسية للأمر السابق . كمثال على ذلك انظر إلى الأمر :

LD (E100),A

والذى شفرته الست عشرية ستكون :

32

00

E1

حيث سيقوم هذا الأمر بتخزين محتويات المسجل A فى بايت الذاكرة التى عنوانها E100 . بذلك نكون قد انتهينا من الطريقة المباشرة لعنونة أو التعامل مع الذاكرة . إن هذه الطريقة كما رأينا مثلها مثل أن تقول لصديقك أحمد ياأخى ياأحمد وأنت مسافر إلى الرياض أرجوك أن تعطى هذا الخطاب لأخى محمد هناك وعنوانه موجود على الخطاب مباشرة ، هنا صديقك أحمد الذى يمثل المعالج الذى سينفذ الأمر سيعرف عنوان أخيك فى الرياض من على الخطاب مباشرة حيث الخطاب فى هذه الحالة يعتبر الأمر المطلوب تنفيذه .

2-3-2-5 الطريقة غير المباشرة Indirect addressing

فى هذه الطريقة لا يكون عنوان الباييت المراد التعامل معها فى الذاكرة موجودا مباشرة فى الأمر نفسه ولكنه يكون موجودا فى مكان آخر وعلى المعالج الذهاب إلى هذا المكان أولا وقبل تنفيذ الأمر لمعرفة العنوان . هذا المكان يكون زوجا من المسجلات ولا بد أن يكون زوجا لأن العنوان كما نعرف دائما يتكون من 16 بت ، وعادة يكون هذا الزوج هو الزوج HL . الصورة العامة للأمر فى هذه الحالة بلغة الأسمبلى تكون كما يلى :

LD ddd,(HL) ←

المسجل ddd (HL)

حيث سيقوم هذا الأمر بنقل محتويات بايت الذاكرة التى عنوانها فى زوج المسجلات HL إلى المسجل ddd . الصورة العكسية لهذا الأمر هى :

LD (HL),sss

المسجل sss (HL)

حيث سيقوم هذا الأمر بنقل محتويات مسجل المصدر إلى بايت الذاكرة التى يوجد عنوانها فى زوج المسجلات HL . شكل (5-5) يبين الشفرات الست عشرية لهذه الأوامر فى حالة استعماله مع جميع المسجلات الموجودة فى الشريحة Z80 وكما ذكرنا فإن العنوان لا بد وأن يكون موجودا فى الزوج HL . هذه الأوامر (أوامر الطريقة غير المباشرة) ستكون جميعها مكونة من بايت واحدة فقط وهى شفرة الأمر op code . كمثال على ذلك الأمر LD B,(HL) والذى ستكون شفرته الست عشرية 46 حيث سيقوم هذا الأمر بنقل محتويات الباييت التى عنوانها فى الزوج HL إلى المسجل B . لاحظ وجود القوسين حول الزوج HL فى جميع

هذه الأوامر للدلالة على أن المقصود هو محتويات العنوان الموجود في HL وليس القيمة الموجودة في HL مباشرة .

	A	B	C	D	E	H	L
ddd ← (HL)	7E	46	4E	56	5E	66	6E
(HL) ← sss	77	70	71	72	73	74	75

شكل (5-5) الشفرات الست عشرية لأوامر الانتقال بين المسجلات والذاكرة بالطريقة غير المباشرة

هناك ميزة يمتاز بها المسجل A عن باقي مسجلات الشريحة في حالة التعامل بينه وبين الذاكرة بالطريقة غير المباشرة وهي أن عنوان البايت المراد التعامل معها في هذه الحالة يمكن وضعه في أى زوج من أزواج المسجلات الأخرى وليس بالضرورة الزوج HL كما سبق ، وذلك كما قلنا كحالة خاصة فقط للمسجل A . شكل (5-6) يبين الشفرة الست عشرية والأسمبلى وما يقوم به كل واحد من هذه الأوامر .

الشفرة الأسبلى	الشفرة الست عشرية	ما يفعله الأمر
LD A,(BC)	0A	$A \leftarrow (BC)$
LD A,(DE)	1A	$A \leftarrow (DE)$
LD (BC),A	02	$(BC) \leftarrow A$
LD (DE),A	12	$(DE) \leftarrow A$

شكل (5-6) أوامر الانتقال بين المسجل A والذاكرة بالطريقة غير المباشرة

كما رأينا فإن الطريقة غير المباشرة في التعامل مع الذاكرة مثلها مثل أن تقول لصديقك أحمد يا أخى يا أحمد وأنت مسافر إلى الرياض خذ هذا الخطاب وأعطه لأخى محمد ولكن أرجوك قبل سفرك أن تمر على والدى لتعرف منه عنوان أخى محمد فى الرياض لأنى لا أعرفه . هنا صديقك أحمد يمثل المعالج الذى سيقوم بالتنفيذ والوالد يمثل المسجلين HL حيث يحتويان العنوان المراد التعامل معه واللذان لا بد من المرور عليهما قبل تنفيذ الأمر . السؤال الآن كيف نضع عنوان ما فى زوج من المسجلات ؟ إن هذه العملية بسيطة جدا حيث يستخدم فيها أوامر تحميل زوج مسجلات بمعلومة فورية أو ثابت مكون من 16 بت والتي درسناها فى الجزء السابق (5-2-2 تحميل مسجل بمعلومة فورية) .

5-2-3 طريقة الفهرسة لعنونة الذاكرة Indexed addressing

هناك مسجلان لم نتكلم عنهما تفصيليا إلى الآن وهما المسجلان IX و IY وكل منهما يتكون من 16 بت . هذان المسجلان يختلفان عن أزواج المسجلات الأخرى في أنه لا يمكن استخدام أى منهما كمسجلين 8 بتات منفصلين ولكن كل منهما يستخدم كمسجل 16 بت مثله في ذلك مثل مسجل عداد البرنامج program counter أو مؤشر المكدة stack pointer . هذان المسجلان يستخدمان في عملية الإشارة إلى بايتات الذاكرة تماما مثل الزوج HL ولكن بإمكانيات أكثر ، ولكي نفهم ذلك انظر إلى الأمر التالي :

LD B,(IX+5)

هذا الأمر سيقوم بتحميل المسجل B بمحتويات بايت الذاكرة التي عنوانها عبارة عن حاصل جمع محتويات المسجل IX زائد خمسة . لكي نوضح هذا الأمر افترض الوضع التالي :

B	IX	E105
05	E100	66

بعد تنفيذ الأمر LD B,(IX+5) سيصبح الوضع كالتالي :

B	IX	E105
66	E100	66

الرقم الذي يضاف على محتويات المسجل IX أو المسجل IY يسمى "الإزاحة" displacement وهذه الإزاحة تشغل بايت كاملة ولذلك فإن قيمتها ستتراوح بين +127 و -128 حيث الإزاحة الموجبة معناها إضافة إلى محتويات مسجل الفهرسة (IX, IY) وأما الإزاحة السالبة فمعناها طرح من مسجل الفهرسة . الشفرات الست عشرية لجميع هذه الأوامر موجودة في جداول الأوامر الموضحة في نهاية هذا الفصل .

5-3 تمارين

استخدم قائمة أوامر الانتقال الخاصة بالشريحة Z80 لحل التمارين الموجودة في الجزء 3-4 في الفصل السابق .

4-5 مجموعة أوامر الحساب Arithmetic Instructions

سندرس في هذا الجزء بعض الأوامر التي تقوم بإجراء العمليات الحسابية الأولية وهي الجمع والطرح ، وكما علمنا من قبل فإن مسجل التراكم لا بد وأن يكون طرفا في أى عملية من هذه العمليات كما أن نتيجة هذه العملية سواء كانت جمعا أو طرحا تكون دائما موجودة في مسجل التراكم A . هناك أيضا خاصية مهمة في مجموعة أوامر الحساب (ومثلها أيضا أوامر المنطق كما سنرى) وهي أنه نتيجة تنفيذ أى أمر من هذه الأوامر فإن الأعلام الموجودة في مسجل الحالة Status Register تتأثر بهذه النتيجة . راجع مسجل الحالة ومحتوياته ومتى يكون أى علم من أعلامه يساوى صفرا أو واحدا وذلك في الفصل الثانى . كما ذكرنا فإن طرفا من طرفي العملية الحسابية أو معامل من معاملها لا بد وأن يكون موضوعا في المسجل A وأما الطرف الثانى أو المعامل الثانى فإن مصدره سيكون واحدا من أربعة أماكن موضحة كالتالى :

الرمز المستخدم	مصدر المعامل الثانى للعملية الحسابية
reg	مسجل 8 بت من مسجلات المعالج .
(HL)	بايت من بايتات الذاكرة عنوانها فى HL .
data8	ثابت أو معلومة فورية مكونة من 8 بت .
(IX+d)	بايت من بايتات الذاكرة معنونة بطريقة الفهرسة باستخدام المسجلين IX أو IY
(IY+d)	

1-4-5 الأوامر ADD و SUB

الصورة العامة لأمر الجمع ADD هي :

ADD A,reg

$A \leftarrow A + \text{reg}$

حيث سيقوم هذا الأمر بجمع محتويات المسجل reg مع محتويات المسجل A ووضع النتيجة فى المسجل A مع التأثير على الأعلام لاحظ أننا فى حالة

أسمبلر الشريحة 8085 كنا نكتب هذا الأمر ADD reg بدون ذكر المسجل A على أساس أنه بديهى أن المعامل الثانى للعملية يكون فى المسجل A ، أما فى أسمبلر الشريحة Z80 فلا بد من ذكر طرفى العملية الحسابية بالرغم من أن أحدهما يكون دائما المسجل A وإن كانت بعض المراجع تهمل ذلك . الصور العامة الأخرى لأمر الجمع ستكون كالتالى :

ADD A,(HL)

حيث سيقوم هذا الأمر بجمع محتويات بايت الذاكرة التى يوجد عنوانها فى الزوج HL مع محتويات المسجل A وتوضع النتيجة فى المسجل A .

ADD A,data8

حيث سيجمع الثابت data8 مع المسجل A وتوضع النتيجة فى المسجل A .

ADD A,(IX+d)

ADD A,(IY+d)

حيث سيجمع محتويات المسجل A مع محتويات بايت الذاكرة التى عنوانها عبارة عن محتويات المسجل IX أو IY زائد الإزاحة d وتوضع النتيجة فى المسجل A . بنفس الطريقة يمكن كتابة الصورة العامة لأمر الطرح تبعا لمصدر المعامل الثانى كما يلى :

SUB A,reg

$A \leftarrow A - \text{reg}$

SUB A,(HL)

$A \leftarrow A - (\text{HL})$

SUB A,data8

$A \leftarrow A - \text{data8}$

SUB A,(IX+d)

SUB A,(IY+d)

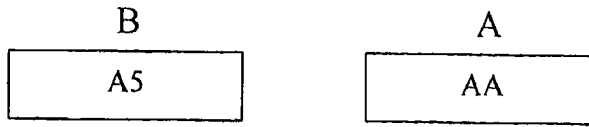
$A \leftarrow A - (\text{IX}+d)$

$A \leftarrow A - (\text{IY}+d)$

فى جميع هذه الأوامر يتم طرح المعامل الثانى (reg), (HL), (data8), ((IX+d),(IY+d)) من المسجل A وتوضع النتيجة فى المسجل A ، أى أننا نؤكد هنا على أن المطروح منه يكون دائما المسجل A . لاحظ أن المسجل A يذكر مع هذا الأمر أيضا وذلك بالطبع لا دخل للمستخدم فيه ولكنه من الشروط التى يفرضها الأسمبلر (كما فى بعض المراجع) ، سنهمل ذكر الشفرات المستعشيرية للأوامر ابتداء من هذا الموضع ومن يريد التعرف عليها أو استخدامها فعليه الاستعانة بالأشكال الخاصة بالأوامر فى نهاية هذا الفصل .

مثال 5-2

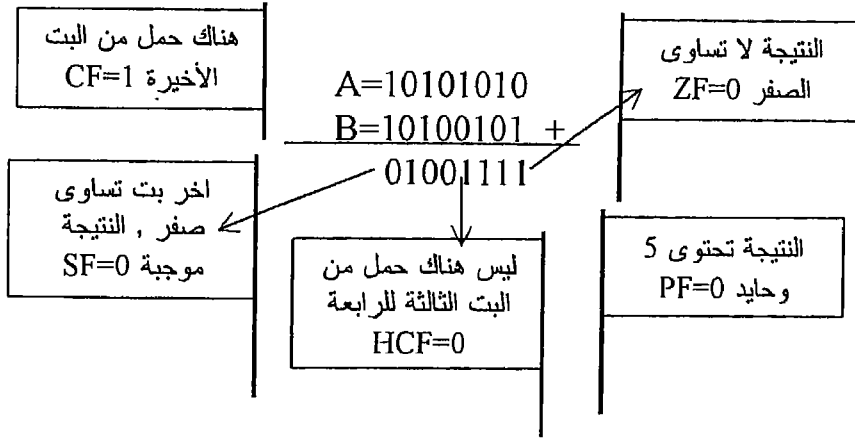
افترض المحتويات الآتية للمسجلين A و B قبل تنفيذ الأمرين ADD و SUB :



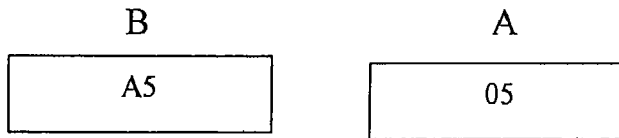
بعد تنفيذ الأمر ADD A,B ستصبح المحتويات كالتالى :



ولكى نرى كيفية تأثير الأعلام بنتيجة هذه العملية سنجرى عملية الجمع على الشفرات الثنائية لكل من الرقمين كما يلى :



الآن افترض أننا نفذنا أمر الطرح SUB B على المحتويات الأولى للمسجلين أى B=A5H و A=AAH فإنه بعد تنفيذ هذا الأمر ستصبح محتويات المسجلين كالتالى:



ولكى نرى كيف تمت عملية الطرح وكيف تأثرت الأعلام سنجرى عملية الطرح على الشفرات الثنائية لمحتويات المسجلين A و B كالتالى :

كما نعلم فإن عملية الطرح الثنائى يتم تحويلها إلى عملية جمع حيث سنجمع محتويات المسجل A (المطروح منه) مع المتمم الثنائى لمحتويات المسجل B (المطروح) (انظر الملحق الأول فى نهاية الكتاب لمراجعة عمليات الجمع والطرح الثنائى) . المتمم الثنائى لمحتويات المسجل B (10100101) هو 01011011 وبذلك تصبح عملية الطرح عملية جمع كالتالى :

$$\begin{array}{r} A = 10101010 \\ + 01011011 = \text{المتمم الثنائي لمحتويات المسجل B} \\ \hline 00000101 \end{array}$$

- وبناء على ذلك ستكون الأعلام كالتالى :
- طالما أن البت الأولى لا تساوى صفرا فالنتيجة لا تساوى صفرا ويكون علم الصفر $ZF=0$.
 - تحتوى النتيجة على عدد زوجى من الواحد (اثنين) لذلك سيكون علم الباريتى واحدا ، $PF=1$.
 - هناك حمل من البت الثالثة إلى البت الرابعة فى حالة الجمع لذلك فعلم الحمل النصفى $HCF=0$.
 - آخر بت (رقم 7) تساوى صفرا ، لذلك فالنتيجة موجبة وعلم الإشارة يكون دائما مساويا لمحتويات آخر بت ، إذن $SF=0$.
 - المفروض فى عمليات الطرح يهمننا أن نعرف إذا كان هناك استلاف أم لا لأنه فى عملية الطرح لن يكون هناك حمل بما أن عملية الطرح قد حولت إلى عملية جمع لذلك فإنه إذا كان هناك حمل فى عملية الجمع فان ذلك يعنى أنه لن يكون هناك استلاف فى عملية الطرح وسيكون علم الحمل $CYF=0$ وهى الحالة التى معنا الآن والعكس صحيح إذا لم يكن هناك حمل فى عملية الجمع . وهذا هو ما طبقناه فى حالة العلم HCF

5-4-2 الأمان ADC و SBC

بالنسبة للأمر ADC فإنه يجمع المعامل الثانى سواء كان فى مسجل أو ذاكرة أو قيمة فورية مع محتويات المسجل A مع محتويات علم الحمل CY (صفر أو واحد) ويضع النتيجة فى المسجل A . الصورة العامة لهذه الأوامر وعلى حسب مصدر المعامل الثانى ستكون كما يلى :

ADC A,reg

$A \leftarrow A + CY + \text{reg}$

ADC A,(HL)

$A \leftarrow A + CY + (HL)$

ADC A,data8

$A \leftarrow A + CY + \text{data8}$

ADC A,(IX+d)

$A \leftarrow A + CY + (IX+d)$

ADC A,(IY+d)

$A \leftarrow A + CY + (IY+d)$

يمكننا الآن تكرار نفس القول بالنسبة لأمر الطرح SBC حيث يقوم هذا الأمر بطرح المعامل الثانى سواء كان فى مسجل أو ذاكرة أو قيمة فورية مع محتويات

علم الحمل CY (صفر أو واحد) من المسجل A ثم توضع نتيجة الطرح فى المسجل A ، نؤكد هنا على أن المطروح منه دائما هو المسجل A . الصورة العامة لهذه الأوامر وعلى حسب مصدر المعامل الثانى ستكون كما يلى :

SBC A,reg
 $A \leftarrow A - CY - reg$
 SBC A,(HL)
 $A \leftarrow A - CY - (HL)$
 SBC A,data8
 $A \leftarrow A - CY - data8$
 SBC A,(IX+d)
 $A \leftarrow A - CY - (IX+d)$
 SBC A,(IY+d)
 $A \leftarrow A - CY - (IY+d)$

مثال 3-5

E000 E001	LD C,F9H
E002 E003	LD B,23H
E004 E005	LD E,35H
E006 E007	LD D,9AH
E008	LD A,C
E009	ADD A,E
E00A E00B E00C	LD (E100),A
E00D	LD A,B
E00E	ADC A,D
E00F E010 E011	LD (E101),A
E012 E013	LD A,00
E014	ADC A,A
E015 E016 E017	LD (E102),A

شكل (5-7) برنامج المثال 3-5

المطلوب جمع الرقمين 23F9H و 9A35H ووضع نتيجة الجمع فى أماكن الذاكرة E100 و E101 و E102 .

هذا المثال هو المثال رقم 4-11 وقد سبق حله كتطبيق على أمر الجمع مع الحمل فى حالة الشريحة 8085 ويبين شكل (4-6) رسما توضيحيا ومخطط السير والبرنامج لطريقة حل هذا المثال ، لذلك يمكن مراجعته أولا وسنعيد كتابة البرنامج فقط بلغة الأسبلى الخاصة بالشريحة Z80 فى شكل (5-7) . قبل أن نترك أوامر الجمع والطرح يجب أن نفهم جيدا متى يكون من الضروري

استخدام الأمر ADC ؟ ومتى يكون من الضروري عدم استخدامه؟ مثلاً في المثال السابق كان من الضروري عدم استخدام الأمر ADC في عملية الجمع الأولى (E + C) ولكن في هذه الحالة لابد من استخدام الأمر ADD خوفاً من أن يكون علم الحمل CY به واحد من أى عملية سابقة ونحن لا ندرى فيجمع مع عملية الجمع الأولى إذا استخدمنا الأمر ADC وتكون النتيجة خاطئة . أما في عملية الجمع الثانية (D + B + CY) فإنه لابد من استخدام الأمر ADC لأننا نريد هنا أن نأخذ قيمة علم الحمل في الاعتبار .

3-4-5 الأوامر INC و DEC

هذان الأوامر يستخدمان لزيادة أو إنقاص واحد على أو من محتويات مسجل أو بايت من بايتات الذاكرة . الصورة العامة للأمر INC وعلى حسب مكان المعلومة يمكن كتابتها كالتالى :

INC reg

reg ← reg + 1

INC (HL)

(HL) ← (HL) + 1

INC (IX+d)

(IX+d) ← (IX+d) + 1

INC (IY+d)

(IY+d) ← (IY+d) + 1

بنفس الطريقة يمكن كتابة الصورة العامة للأمر DEC كما يلي :

DEC reg

reg ← reg - 1

DEC (HL)

(HL) ← (HL) - 1

DEC (IX+d)

(IX+d) ← (IX+d) - 1

DEC (IY+d)

(IY+d) ← (IY+d) - 1

4-4-5 العمليات الحسابية على أزواج المسجلات

عند إجراء العمليات الحسابية على أزواج المسجلات يلعب الزوج HL دور مسجل التراكم من حيث أن المعامل الأول في العملية الحسابية لابد وأن يكون في الزوج HL ونتيجة العملية الحسابية تذهب دائماً إلى الزوج HL . يجب أن نعلم أنه عند إجراء العمليات الحسابية على أزواج المسجلات أن الأعلام لا تتأثر

بهذه العمليات في الكثير من الأحيان ويجب النظر في حالة كل أمر منفصلة .
الصورة العامة للأمرين INC و DEC في هذه الحالة هي :

INC rp

$rp \leftarrow rp + 1$

DEC rp

$rp \leftarrow rp - 1$

حيث rp ترمز لأي زوج من أزواج المسجلات BC, DE, HL, SP أو مسجل من المسجلات ال 16 بت وهي المسجل IX أو المسجل IY . كأمثلة على ذلك انظر إلى الأوامر التالية :

INC HL

DEC SP

INC IX

الأمر الأول سيزيد واحدا على محتويات المسجلين HL والثاني سينقص واحدا من محتويات المسجل SP والثالث سيزيد واحدا على محتويات المسجل IX .
الأوامر INC rp و DEC rp ليس لها تأثير على الأعلام .
من أوامر الجمع والطرح التي تجرى على أزواج المسجلات ما يلي :

ADD HL,rp

$HL \leftarrow HL + rp$

ADC HL,rp

$HL \leftarrow HL + rp + CY$

SBC HL,rp

$HL \leftarrow HL - rp - CY$

في جميع هذه الأوامر ترمز rp لأي زوج من الأزواج BC, DE, HL, SP ما عدا المسجلين IX, IY فلا يمكن استخدامهما مع هذه الأوامر . لاحظ أيضا أن أمر الطرح الوحيد المتاح هو أمر الطرح مع الحمل SBC ولذلك فإنه عند إجراء أي عملية طرح بدون أخذ علم الحمل في الحسبان يجب في هذه الحالة التأكد من أن علم الحمل يساوى صفرا . الأمر ADD HL,rp ليس له تأثير على الأعلام وأما الأوامر ADC HL,rp و SBC HL,rp فيؤثران على الأعلام ما عدا علم الحمل النصفى HC . نؤكد هنا على أن المطروح منه في الأوامر السابقة هو المسجلين HL . هناك بعض الأوامر التي تسمح للمسجل IX أو المسجل IY بأن يلعب دور مسجل التراكم في عمليات الجمع على أزواج المسجلات ، وهذه الأوامر هي :

$IX \leftarrow IX + BC$

ADD IX,BC

$IX \leftarrow IX + DE$

ADD IX,DE

$IX \leftarrow IX + SP$

ADD IX,SP

$IX \leftarrow IX + IX$

ADD IX,IX

$IY \leftarrow IY + BC$

ADD IY,BC

$IY \leftarrow IY + DE$

ADD IY,DE

$IY \leftarrow IY + SP$ $ADD\ IY, SP$
 $IY \leftarrow IY + IY$ $ADD\ IY, IY$
 جميع هذه الأوامر تؤثر على الأعلام ما عدا علم الحمل النصفى HC وأيضا
 جميع هذه الأوامر ليس لها نظير لعملية الطرح .

5-4-5 أمر المقارنة Compare Instruction

هناك أمر واحد فقط للمقارنة حيث أن عملية المقارنة لا تجرى على أى معلومة
 مكونة من 16 بت . لكي تتم عملية المقارنة فإن أحد المعاملين لابد وأن يكون فى
 المسجل A والمعامل الآخر يكون إما فى مسجل من مسجلات المعالج أو فى
 بايت من بايتات الذاكرة . عند تنفيذ أمر المقارنة يقوم المعالج بطرح محتويات
 المعامل الثانى من محتويات المسجل A وتهمل نتيجة الطرح تماما ولا تتغير
 محتويات المسجل A نتيجة هذه العملية ولكن الذى يتأثر فقط بهذه العملية هو
 الأعلام . الصورة العامة لأمر المقارنة وعلى حسب مصدر المعامل الثانى يمكن
 كتابتها كما يلى :

A - reg	CP reg
A - (HL)	CP (HL)
A - data8	CP data8
A - (IX+d)	CP (IX+d)
A - (IY+d)	CP (IY+d)

لاحظ أننا لم نكتب السهم الذى يوضح أين تذهب نتيجة عملية الطرح على
 أساس أن النتيجة تهمل كما ذكرنا . كأمثلة على ذلك انظر إلى الأوامر التالية :

CP B

CP 3FH

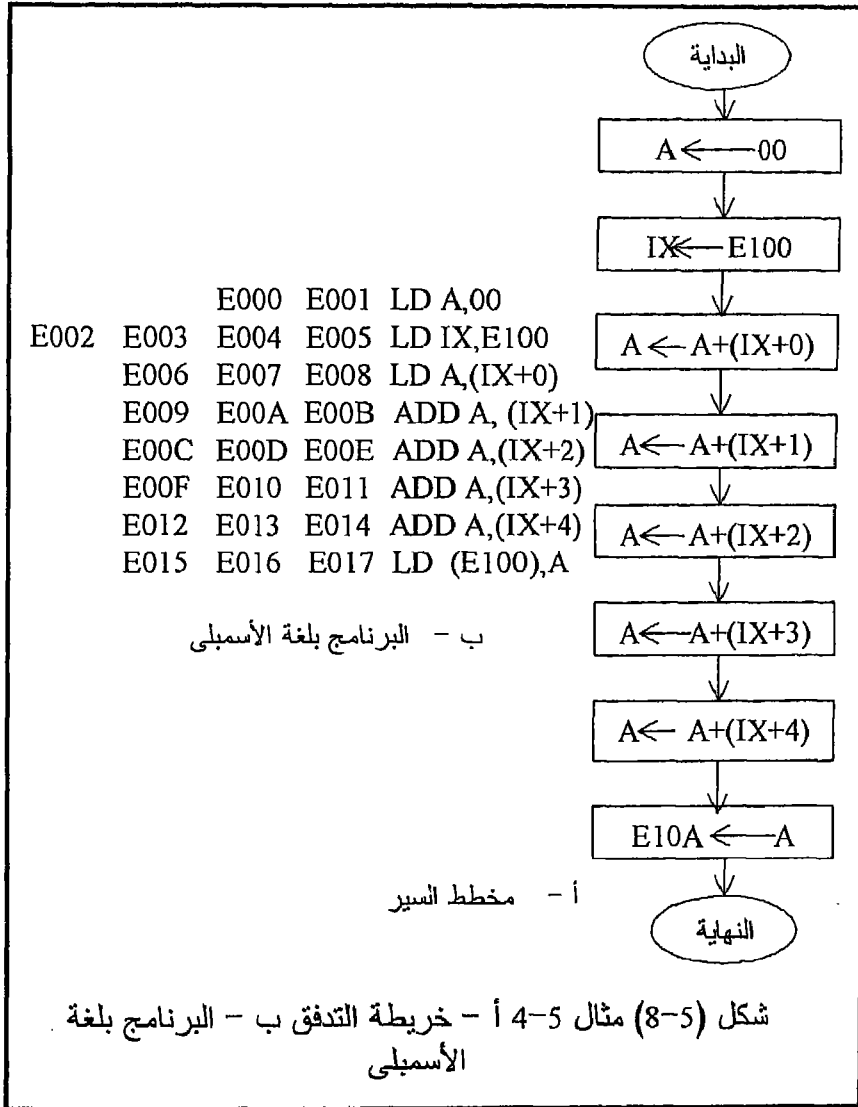
CP (IY+9)

حيث سيقارن الأمر الأول محتويات المسجل B مع محتويات المسجل A
 وسيقارن الأمر الثانى محتويات المسجل A مع الثابت أو القيمة الفورية 3FH
 وأما الأمر الثالث فسيقارن محتويات المسجل A مع محتويات بايت الذاكرة التى
 عنوانها تسعة زائد محتويات المسجل IY .

مثال 4-5

اكتب برنامجا يجمع محتويات الخمس بايتات E104, E103, E102, E101, E100
 ويضع النتيجة فى البايٲ E10A على اعتبار أن النتيجة المتوقعة لن تزيد عن
 بايت واحدة ، أى لن يكون هناك حمل على الإطلاق . هذا المثال من الممكن أن
 يكون تدريبا جيدا على طرق الاتصال بالذاكرة التى تمت دراستها حتى الآن .
 شكل (5-8) يبين مخطط السير والبرنامج لهذا المثال مستخدمين طريقة الفهرسة

مع المسجل IX للاتصال بالذاكرة ، حاول كتابة البرنامج مرة أخرى مستخدماً الطريقة غير المباشرة مع الزوج HL .



5-5 تمارين

حل التمارين الموجودة في الجزء 5-4 في الفصل الرابع مستخدماً أوامر لغة الآسبلى الخاصة بالشريحة Z80 .

5-6 مجموعة أوامر القفز

Jump Instructions

القاعدة العامة أن المعالج يقوم بتنفيذ البرنامج حسب ترتيب الأوامر الموجودة فيه من أول البرنامج إلى نهايته . ولقد كنا حريصين في جميع الأمثلة السابقة على الحفاظ على هذه القاعدة ، ولكن هناك بعض المواقف أو قل بعض التطبيقات التي تتطلب الخروج على هذه القاعدة كأن يطلب منك مثلا تنفيذ عملية معينة (عدد من الأوامر) عدد معين أو حتى عدد لا نهائي من المرات . فعندما يكون المعالج مثلا مراقبا لدرجة الحرارة في عملية صناعية معينة فإن عليه أن يقرأ درجة الحرارة ويقارنها بدرجة حرارة مخزنة في الذاكرة كمرجع وإذا زادت الحرارة عن حد معين يقوم المعالج بضرب جرس إنذار ، وإذا نقصت عن حد معين يشغل سخان لزيادتها ، مثل هذا البرنامج سيكون عبارة عن مجموعة من الأوامر التي تنفذ إلى ما لانهاية طالما أن المعالج يراقب درجة الحرارة . لقد أتاح المعالج هذه العملية بتوفير بعض الأوامر التي تمكنك كمبرمج من القفز بعملية التنفيذ من مكان لآخر خلال البرنامج ، وهناك ثلاثة أنواع من القفز توفرها الشريحة Z80 وهي كما يلي :

5-6-1 القفز غير المشروط Unconditional jump

عند تنفيذ أى عملية قفز غير مشروط ينتقل المعالج بعملية التنفيذ إلى المكان الجديد دون أى قيد أو شرط ، وهناك أمر واحد فقط من أوامر الشريحة Z80 يقوم بهذه العملية والصورة العامة لهذا الأمر هي :

JP addr

عند تنفيذ هذا الأمر يوضع العنوان addr الذي سيتم القفز إليه في عداد البرنامج PC فيصبح الأمر الموجود عند هذا العنوان addr هو الأمر الذي عليه الدور في التنفيذ . لاحظ أن هذا الأمر يتكون من ثلاث بايتات واحدة هي شفرة الأمر واثنان للعنوان addr الذي سيتم القفز إليه . إن القفز باستخدام الأمر JP addr قد يكون إلى الأمام في البرنامج وقد يكون إلى الخلف . إذا كان القفز إلى الأمام سينتج عن ذلك وجود جزء من البرنامج لن ينفذ على الإطلاق وهو الجزء الذي يقع بين أمر القفز JP addr والأمر الذي سيتم القفز إليه . أما إذا كان القفز إلى الخلف فإنه سينتج عن ذلك ما يسمى بالحلقة اللانهائية Infinite loop والتي سيستمر المعالج في تنفيذها إلى ما لانهاية . شكل (4-8) يبين خريطة تدفق لعملية القفز غير المشروط بنوعيتها الأمامي والخلفي .

5-6-2 القفز المشروط Conditional jump

كما يوحي الاسم فإنه في هذا النوع من القفز لن يتم القفز إلا إذا تحقق شرط معين ، أما إذا لم يتحقق هذا الشرط فإن البرنامج يتم تنفيذه في التابع الطبيعي حيث سينفذ الأمر الذى يعد أمر القفز مباشرة . إن شروط القفز توضع دائما على الأعلام التى فى مسجل الحالة SR ، فيمكنك مثلا أن تجعل القفز مشروطا بأن تكون النتيجة صفرا أو تجعله مشروطا بأن تكون النتيجة سالبة وهكذا . حيث أن هناك خمسة أعلام واحد منها وهو علم الحمل النصفى HC لا يستخدم كشرط فى عمليات القفز فإنه يتبقى أربعة أعلام يمكن أن تستخدم فى أوامر القفز المشروط كما يلي :

ZF=1	JP Z,addr	اقفز إذا كانت النتيجة صفرا
ZF=0	JP NZ,addr	اقفز إذا كانت النتيجة ليست صفرا
SF=1	JP M,addr	اقفز إذا كانت النتيجة سالبة
SF=0	JP P,addr	اقفز إذا كانت النتيجة موجبة
CF=1	JP C,addr	اقفز إذا كان هناك حمل
CF=0	JP NC,addr	اقفز إذا لم يكن هناك حمل
PF=1	JP PE,addr	اقفز إذا كانت البارييتى زوجية
PF=0	JP PO,addr	اقفز إذا كانت البارييتى فردية

لاحظ أن عدد هذه الأوامر ثمانية ، إثنان منها لكل علم من الأعلام الأربعة تمثل جميع الحالات التى يمكن أن يكون فيها هذا العلم صفرا أو واحدا . أيضا جميع هذه الأوامر لابد وأن تتكون من ثلاث بايتات واحدة هى شفرة الأمر op code واثنان للعنوان الذى سيتم القفز إليه . إن النتيجة التى سيتوقف عليها أمر القفز هى آخر نتيجة تأثرت بها الأعلام ، ولذلك فإنه قبل أن نكتب أى أمر من أوامر القفز المشروط يجب أن ندرس جيدا هل الأمر السابق لأمر القفز يؤثر على الأعلام أم لا .

5-6-3 القفز النسبى Relative jump

هناك أنواع أخرى من القفز متاحة لدى المعالج Z80 مثل القفز النسبى والقفز للبرامج الفرعية والعودة منها وسنترك الكلام عن هذه الأنواع حيث سيتم شرحها بالتفصيل فى فصول خاصة بذلك .

5-5 مثال

اكتب برنامجا يقرأ محتويات الباييت E100 باستمرار إلى ما لانهاية ثم يختبر هذه المحتويات بحيث إذا كانت صفرا يضع واحدا فى المسجل B وإذا كانت سالبة

يضع اثنين في المسجل B وإذا كانت موجبة يضع أربعة في نفس المسجل . شكل (9-4) في الفصل السابق يبين مخطط السير لهذا البرنامج وسنعيد فقط كتابة البرنامج بلغة الأسمبلى الخاصة بالشريحة Z80 كما في شكل (9-5) .

E000	E001	E002	LD HL,E100
	E003	E004	LD A,00
	E005	ADD	A,(HL)
E006	E007	E008	JP NZ,E00E
	E009	E00A	LD B,01
E00B	E00C	E00D	JP E000
E00E	E00F	E010	JP P,E016
	E011	E012	LD B,02
E013	E014	E015	JP E000
	E016	E017	LD B,04
E018	E019	E01A	JP E000

شكل (9-5) برنامج المثال 5-5

7-5 مهمة أخرى للأسمبلى

المهمة الوحيدة التي عرفناها للأسمبلى حتى الآن هي مهمة تحويل شفرات الأسمبلى إلى شفرات ثنائية أو لغة ماكينة ، ولكن لحسن الحظ فإن هناك مهام أخرى يستطيع الأسمبلى القيام بها ومن شأن هذه المهام أن تريح المبرمج وتوفر عليه الكثير من المجهود . جزء 4-7 في الفصل السابق تناول هذه المهام كما تناول أيضا عملية تقسيم أى أمر من أوامر لغة الأسمبلى إلى أجزاء مختلفة وكيف يتعرف الأسمبلى على هذه الأجزاء ، لذلك فإننا لن نكرر هذا الجزء هنا ولكن نحيل القارئ لمراجعته في الفصل السابق مع الأخذ في الاعتبار الفوارق البسيطة بين شفرات الأسمبلى الخاصة بالشريحة Z80 والشريحة 8085 .

8-5 أوامر الإدخال والإخراج

Input Output Instructions

إلى الآن رأينا كيف نبرمج شريحة المعالج وكيف نحرك المعلومات داخلها من مسجل إلى مسجل آخر ومن أى مسجل إلى الذاكرة والعكس ، ولكن لم نعرف

حتى الآن كيف نظهر معلومة على شاشة عرض مثلا أيا كان نوع هذه الشاشة ، أو كيف ندخل معلومة إلى المعالج من خلال لوحة مفاتيح على سبيل المثال . إن لوحة المفاتيح وشاشة العرض يعتبران مثالين من العديد من الأمثلة التي تحتاج إلى عمليات الإخراج والإدخال . حينما يستخدم المعالج للتحكم في أى متغير فى عملية صناعية وليكن مثلا درجة الحرارة فإنه لابد من إدخال درجة الحرارة إلى المعالج بعد تهيئتها ووضعها فى الصورة المناسبة لذلك ، وكذلك إذا أراد المعالج رفع درجة حرارة العملية الصناعية أو ضرب جرس إنذار فإنه يخرج إشارة معينة على بوابة إخراج تؤخذ وتُهيأ فى الصورة المناسبة للجهاز الذى ستذهب إليه سواء كان سخانا أو جرسا . إن جميع عمليات الإدخال والإخراج تتم من خلال ما يسمى ببوابات الإدخال والإخراج والتعامل مع هذه البوابات دائما ينقسم إلى قسمين : قسم خاص بالبناء الإلكتروني لهذه البوابات وكيفية توصيلها مع المعالج وهذا القسم سندرسه بالتفصيل فى فصل قادم إن شاء الله ، والقسم الآخر هو كيفية برمجة المعالج للتعامل مع هذه البوابات وهو موضوع دراستنا فى هذا الجزء حيث سندرس الأوامر الخاصة بذلك وسنفترض فى دراستنا لهذا الجزء أن القارئ لديه على الأقل بوابة إدخال input port وبوابة إخراج output port موصولين فى الميكروكمبيوتر الذى يستخدمه فى التدريب وكتابة البرامج .

5-8-1 أوامر الإدخال Input Instructions

الصورة العامة لأمر الإدخال هى :

IN A, no

محتويات البوابة رقم no. ← المسجل A

حيث IN هى اختصار لكلمة Input بمعنى ادخل ، وسيقوم هذا الأمر بإدخال المعلومة الموجودة على بوابة الإدخال رقم no. إلى مسجل التراكم A . لاحظ أن عملية الإدخال بهذا الأمر تكون دائما على المسجل A حيث يمكن نقل المعلومة بعد ذلك إلى أى مكان آخر . هذا الأمر يتكون من اثنين بايت ، واحدة هى شفرة الأمر op code والأخرى هى رقم البوابة التى سيتم التعامل معها . ولذلك فإنه طالما أن رقم البوابة يشغل بايت كاملة فإن ذلك يعنى أنه يمكن التعامل مع $2^8 = 256$ بوابة إدخال تبدأ من البوابة رقم 00H إلى البوابة رقم FFH . انظر شفرة هذا الأمر فى جداول الأوامر فى نهاية هذا الفصل . هناك طريقة غير مباشرة للتعامل مع بوابات الإدخال والصورة العامة لها كالتالى :

IN reg, (C)

بوابة الإدخال التى رقمها فى المسجل C ← المسجل reg

حيث سيقوم هذا الأمر بإدخال المعلومة الموجودة فى بوابة الإدخال التى رقمها فى المسجل C إلى المسجل reg الذى هو أى مسجل من مسجلات المعالج وهذه ميزة عظيمة لم تكن موجودة فى المعالج 8085 .

2-8-5 أوامر الإخراج Output Instruction

الصورة العامة لأمر الإخراج هي :

OUT no ,A

المسجل A ← البوابة رقم no.

حيث OUT هي اختصار لكلمة Output التي تعني إخرج ، وسيقوم هذا الأمر بإخراج المعلومة الموجودة في المسجل A إلى بوابة الإخراج التي رقمها no. . هذا الأمر أيضا يشغل اثنين بايت واحدة هي شفرة الأمر والأخرى هي رقم البوابة المراد التعامل معها ، ولذلك فإنه بهذا الأمر يمكن التعامل مع $2^8 = 256$ بوابة إخراج تبدأ من البوابة رقم 00H وتنتهي بالبوابة رقم FFH . الطريقة الغير مباشرة لهذا الأمر هي :

OUT (C),reg

محتويات المسجل reg ← بوابة الإخراج التي رقمها في المسجل C

حيث سيقوم هذا الأمر بإخراج المعلومة الموجودة في المسجل reg الذي يمثل أى مسجل من مسجلات المعالج إلى بوابة الإخراج التي يوجد رقمها في المسجل C.

مثال 5-6

افترض أن لدينا خط إنتاج في أحد المصانع تعبر عليه المنتجات ، وفي أثناء العبور فإن كل منتج يقطع خلية ضوئية فتعطى نبضة كهربية على خرجها . خرج هذه الخلية موصل على البت رقم 0 في بوابة الإدخال رقم 00H والمطلوب هو كتابة برنامج يعد هذه المنتجات ويخرج العدد على بوابة الإخراج رقم 00H . شكلي (4-11 و 4-12) في الفصل السابق يبينان رسماً توضيحياً ومخطط السير لهذا المثال ، أما البرنامج فتمت إعادته كما في شكل (5-10) .

5-9 مجموعة أوامر المنطق

Logic Instructions

العمليات المنطقية التي يستطيع المعالج Z80 القيام بها هي العمليات XOR, NOT, OR, AND وسنكتفى هنا بعرض الصورة العامة لهذه الأوامر على أن يقوم القارئ بمراجعتها في جداول الأوامر الملحقه في آخر الفصل . كما ذكرنا سابقا فإن العمليات المنطقية مثلها مثل العمليات الحسابية لا بد وأن يكون المسجل A طرفاً فيها كما أن النتيجة توضع في المسجل A .

المسجل B سيكون عداد للمنتج LD B,00;
 المسجل C يحتوى رقم البوابة التى سنخرج عليها LD C,00;
 قراءة بوابة الإدخال إلى المسجل A ; HERE1: IN A,00
 مقارنة الإشارة بصفر CP 00 ;
 طالما أن الإشارة صفر يستمر فى هذه الحلقة JP Z,HERE1;
 عند اختلاف الإشارة عن الصفر يزيد B بواحد INC B;
 حلقة انتظار إلى أن ترجع الإشارة للصفر HERE2: IN A,00;
 CP 01
 JP Z,HERE2
 يخرج محتويات المسجل B على بوابة الإخراج OUT (C),B ; 00
 يذهب للبداية ليقرا نبضة جديدة JP HERE1;

شكل (5-10) برنامج المثال 5-6

جميع العمليات المنطقية تؤثر على الأعلام ما عدا علمي الحمل والحمل النصفى حيث يكونان دائما صفرا بعد أى عملية منطقية لأن الحمل والحمل النصفى غير معرف مع العمليات المنطقية .

الصورة العامة لأوامر العملية AND هى :

AND reg
 A ← المسجل AND المسجل A
 AND (HL)
 A ← المسجل AND (HL)
 AND data8
 A ← المسجل AND data8
 AND (IX+d)
 A ← المسجل AND (IX+d)
 AND (IY+d)
 A ← المسجل AND (IY+d)

بنفس الطريقة يمكن كتابة الصورة العامة لأوامر OR و XOR كما يلى :

OR reg
 OR (HL)
 OR data8
 OR (IX+d)

OR (IY+d)

XOR reg

XOR (HL)

XOR data8

XOR (IX+d)

XOR (IY+d)

هناك عملية NOT وهي لا تجرى إلا على المسجل A حيث يقلب كل صفر إلى واحد وكل واحد إلى صفر ، والصورة العامة لهذا الأمر هي :

CPL

عكس المسجل A ← المسجل A

هذه العملية تسمى عملية المتمم الأحادي وهناك عملية المتمم الثنائي المعروفة كالتالي :

المتمم الثنائي = 1 + المتمم الأحادي

وهناك أمر يقوم بعملية المتمم الثنائي وصورته العامة هي :

NEG

المتمم الثنائي للمسجل A ← المسجل A

إن للمتمم الثنائي أهمية خاصة في تحويل عمليات الطرح إلى جمع كما هو مشروح بالتفصيل في الملحق رقم 1 في نهاية الكتاب .

إلى هنا نكون قد انتهينا من العرض التفصيلي لمعظم أوامر الشريحة Z80 على أننا سنعرض هذه الأوامر أولاً في صورة مجموعات كما في الأشكال (5-11 إلى 5-20) ثم سنعرض الأوامر مرتبة ترتيباً أبجدياً كما في شكل (5-21) .

LD	A,	B,	C,	D,	E,	H,	L,	(HL),	(IX+d),	(IY+d),
A	7F	47	4F	57	5F	67	6F	77	DD77dd	FD77dd
B	78	40	48	50	58	60	68	70	DD70dd	FD70dd
C	79	41	49	51	59	61	69	71	DD71dd	FD71dd
D	7A	42	4A	52	5A	62	6A	72	DD72dd	FD72dd
E	7B	43	4B	53	5B	63	6B	73	DD73dd	FD73dd
H	7C	44	4C	54	5C	64	6C	74	DD74dd	FD74dd
L	7D	45	4D	55	5D	65	6D	75	DD75dd	FD75dd
data8	3E xx	06 xx	0E xx	16 xx	1E xx	26 xx	2E xx	36xx	DD36dd xx	FD36ddxx
(HL)	7E	46	4E	56	5E	66	6E			
(IX+d)	7E	46	4E	56	5E	66	6E			*
(IY+d)	7E	46	4E	56	5E	66	6E			**

* جميع شفرات أوامر هذا الصف تسبقها DD ويعقبها dd مثلها مثل أوامر العمود (IX+d),.

** جميع شفرات أوامر هذا الصف تسبقها FD ويعقبها dd مثلها مثل أوامر العمود (IY+d),.

xx يقصد بها البايت الثانية من الأمر وهي data8

LD	BC,	DE,	HL,	SP,	IX,	IY,
(addr)	ED4B adr	ED5B adr	2A adr	ED7B adr	DD2A adr	FD2A adr
data16	01 dat16	11 dat16	21 dat16	31 dat16	DD21 dat16	FD21 dat16

LD (addr),	BC	DE	HL	SP	IX	IY
	ED43 adr	ED53 adr	22 adr	ED73 adr	DD22 adr	FD22 adr

	SR	BC	DE	HL	IX	IY
PUSH	F5	C5	D5	E5	DDE5	FDE5
POP	F1	C1	D1	E1	DDE1	FDE1

LD SP,	HL	IX	IY
	F9	DDF9	FDF9

شكل (5-11) مجموعة أوامر الانتقال للبروسيسور Z80

EX DE,HL	EB
EX (sp),HL	E3
EX (SP),IX	DDE3
EX (SP),IY	FDE3
EX SR,SR1	08
EXX	D9

شكل (5-12) مجموعة أوامر الاستبدال

	ADD A,	ADC A,	SUB	SBC A,	INC	DEC	CP
A	87	8F	97	9F	3C	3D	BF
B	80	88	90	98	04	05	B8
C	81	89	91	99	0C	0D	B9
D	82	8A	92	9A	14	15	BA
E	83	8B	93	9B	1C	1D	BB
H	84	8C	94	9C	24	25	BC
L	85	8D	95	9D	2C	2D	BD
(HL)	86	8E	96	9E	34	35	BE
data8	C6 xx	CE xx	D6 xx	DE xx			FE xx
(IX+d)	DD 86 dd	DD 8E dd	DD 96 dd	DD 9E dd	DD 34 dd	DD 35 dd	DD BE dd
(IY+d)	FD 86 dd	FD 8E dd	FD 96 dd	FD 9E dd	FD 34 dd	FD 35 dd	FD BE dd

شكل (5-13) مجموعة أوامر الحساب

	AND	OR	XOR
A	A7	B7	AF
B	A0	B0	A8
C	A1	B1	A9
D	A2	B2	AA
E	A3	B3	AB
H	A4	B4	AC
L	A5	B5	AD
(HL)	A6	B6	AE
data8	E6xx	F6xx	EExx
(IX+d)	DDA6dd	DDB6dd	DDAEdd
(IY+d)	FDA6dd	FDB6dd	FDAEdd

	CPL	NEG	CCF	SCF
A	2F	ED44	3F	37

شكل (5-14) مجموعة أوامر المنطق

	ADD HL,	ADC HL,	SBC HL,	ADD IX,	ADD IY,	INC	DEC
BC	09	ED 4A	ED 42	DD 09	FD 09	03	0B
DE	19	ED 5A	ED 52	DD 19	FD 19	13	1B
HL	29	ED 6A	ED 62			23	2B
SP	39	ED 7A	ED 72	DD39	FD 39	33	3B
IX				DD 29		DD 23	DD 2B
IY					FD 29	FD 23	FD 2B

شكل (5-15) أوامر حسابية على أزواج مسجلات

JP	JP Z	JP NZ	JP C	JP NC	JP M	JP P	JP PE	JP PO
C3	CA	C2	DA	D2	FA	F2	EA	E2
xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx

JR	JR Z	JR NZ	JR C	JR NC
18xx	28xx	20xx	38xx	30xx

CALL addr	CDxxxx
CALL Z,addr	CCxxxx
CALL NZ,addr	C4xxxx
CALL C,addr	DCxxxx
CALL NC,addr	D4xxxx
CALL M,addr	FCxxxx
CALL P,addr	F4xxxx
CALL PE,addr	ECxxxx
CALL PO,addr	E4xxxx

RET	C9
RET Z	C8
RET NZ	C0
RET C	D8
RET NC	D0
RET M	F8
RET P	F0
RET PE	E8
RET PO	E0

xxxx تمثل اثنين بايت للعنوان الذى سيتم القفز إليه
xx تمثل بايت واحدة للعنوان الذى سيتم القفز إليه فى حالة القفز النسبى

شكل (5-16) مجموعة أوامر القفز

الأمـر BIT b,sss يجعل علم الصفر يساوى عكس البت رقم b فى المسجل أو الذاكرة sss

BIT	0,	1,	2,	3,	4,	5,	6,	7,
A	CB 47	CB 4F	CB 57	CB 5F	CB 67	CB 6F	CB 77	CB 7F
B	CB 40	CB 48	CB 50	CB 58	CB 60	CB 68	CB 70	CB 78
C	CB 41	CB 49	CB 51	CB 59	CB 61	CB 69	CB 71	CB 79
D	CB 42	CB 4A	CB 52	CB 5A	CB 62	CB 6A	CB 72	CB 7A
E	CB 43	CB 4B	CB 53	CB 5B	CB 63	CB 6B	CB 73	CB 7B
H	CB 44	CB 4C	CB 54	CB 5C	CB 64	CB 6C	CB 74	CB 7C
L	CB 45	CB 4D	CB 55	CB 5D	CB 65	CB 6D	CB 75	CB 7D
(HL)	CB 46	CB 4E	CB 56	CB 5E	CB 66	CB 6E	CB 76	CB 7E
(IX+d)	DD CB d46	DD CB d4E	DD CB d56	DD CB d5E	DD CB d66	DD CB d6E	DD CB d76	DD CB d7E
(IY+d)	FD CB d46	FD CB d4E	FD CB d56	FD CB d5E	FD CB d66	FD CB d6E	FD CB d76	FD CB d7E

شكل (5-17) مجموعة اختبار و SET و RESET بت من بتات مسجل أو مكان فى الذاكرة

الأمر SET b,sss يجعل البت رقم b في المسجل أو الذاكرة sss تساوى واحد

SET	0,	1,	2,	3,	4,	5,	6,	7,
A	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB
	C7	CF	D7	DF	E7	EF	F7	FF
B	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB
	C0	C8	D0	D8	E0	E8	F0	F8
C	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB
	C1	C9	D1	D9	E1	E9	F1	F9
D	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB
	C2	CA	D2	DA	E2	EA	F2	FA
E	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB
	C3	CB	D3	DB	E3	EB	F3	FB
H	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB
	C4	CC	D4	DC	E4	EC	F4	FC
L	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB
	C5	CD	D5	DD	E5	ED	F5	FD
(HL)	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB
	C6	CE	D6	DE	E6	EE	F6	FE
(IX+d)	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD
	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB
	dC6	dCE	dD6	dDE	dE6	dEE	dF6	dFE
(IY+d)	FD	FD	FD	FD	FD	FD	FD	FD
	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB
	dC6	dCE	dD6	dDE	dE6	dEE	dF6	dFE

تابع شكل (5-17) مجموعة اختبار و SET و RESET بت من بتات مسجل أو مكان فى الذاكرة

الأمر RES b,sss يجعل البت رقم b في المسجل أو الذاكرة sss تساوى صفر

RES	0,	1,	2,	3,	4,	5,	6,	7,
A	CB 87	CB 8F	CB 97	CB 9F	CB A7	CB AF	CB B7	CB BF
B	CB 80	CB 88	CB 90	CB 98	CB A0	CB A8	CB B0	CB B8
C	CB 81	CB 89	CB 91	CB 99	CB A1	CB A9	CB B1	CB B9
D	CB 82	CB 8A	CB 92	CB 9A	CB A2	CB AA	CB B2	CB BA
E	CB 83	CB 8B	CB 93	CB 9B	CB A3	CB AB	CB B3	CB BB
H	CB 84	CB 8C	CB 94	CB 9C	CB A4	CB AC	CB B4	CB BC
L	CB 85	CB 8D	CB 95	CB 9D	CB A5	CB AD	CB B5	CB BD
(HL)	CB 86	CB 8E	CB 96	CB 9E	CB A6	CB AE	CB B6	CB BE
(IX+d)	DD CB d86	DD CB d8E	DD CB d96	DD CB d9E	DD CB dA6	DD CB dAE	DD CB dB6	DD CB dBE
(IY+d)	FD CB d86	FD CB d8E	FD CB d96	FD CB d9E	FD CB dA6	FD CB dAE	FD CB dB6	FD CB dBE

تابع شكل (5-17) مجموعة اختبار و SET و RESET بت من بتات مسجل أو مكان في الذاكرة

	RLC	RRC	RL	RR	SLA	SRA	SRL
A	CB 07	CB 0F	CB 17	CB 1F	CB 27	CB 2F	CB 3F
B	CB 00	CB 08	CB 10	CB 18	CB 20	CB 28	CB 38
C	CB 01	CB 09	CB 11	CB 19	CB 21	CB 29	CB 39
D	CB 02	CB 0A	CB 12	CB 1A	CB 22	CB 2A	CB 3A
E	CB 03	CB 0B	CB 13	CB 1B	CB 23	CB 2B	CB 3B
H	CB 04	CB 0C	CB 14	CB 1C	CB 24	CB 2C	CB 3C
L	CB 05	CB 0D	CB 15	CB 1D	CB 25	CB 2D	CB 3D
(HL)	CB 06	CB 0E	CB 16	CB 1E	CB 26	CB 2E	CB 3E
(IX+d)	DD CB d06	DD CB d0E	DD CB d16	DD CB d1E	DD CB d26	DD CB d2E	DD CB d3E
(IY+d)	FD CB d06	FD CB d0E	FD CB d16	FD CB d1E	FD CB d26	FD CB d2E	FD CB d3E

أوامر خاصة بإزاحة أو دوران المسجل A فقط

RRA	RLA	RRCA	RLCA
1F	17	0F	07

شكل (5-18) مجموعة أوامر الإزاحة والدوران

IN	A,	B,	C,	D,	E,	H,	L,
Port No.	D8xx	-----	-----	-----	-----	-----	-----
(C)	ED78	ED40	ED48	ED50	ED58	ED60	ED68

OUT	Port No.,	(C),
A	D3xx	ED79
B	-----	ED41
C	-----	ED49
D	-----	ED51
E	-----	ED59
H	-----	ED61
L	-----	ED69

شكل (5-19) أوامر الإدخال والإخراج

No Operation, NOP لا تعمل شيء	00
HALT توقف	76
Disable Interrupt, DI إخماد المقاطعة	F3
Enable Interrupt, EI تنشيط المقاطعة	FB
IM0 تنشيط حالة المقاطعة رقم صفر	ED46
IM1 تنشيط حالة المقاطعة رقم صفر	ED56
IM2 تنشيط حالة المقاطعة رقم صفر	ED5E

شكل (5-20) مجموعة أوامر متفرقة

كانت هذه بعض أهم مجموعات الأوامر للمعالج Z80 والشائعة الاستخدام . شكل (5-21) يحتوى جميع أوامر الشريحة مرتبة ترتيباً أبجدياً مع نبذة عن ما يعمل كل أمر وعدد نبضات التزامن التى يأخذها (ن #) لكى يتم إحضاره من الذاكرة وتنفيذه والأعلام التى تتأثر بكل أمر وكذلك شفرة كل أمر حيث من هذه الشفرة يمكن استنتاج عدد بايتات الأمر . انظر الملاحظات الخاصة بشفرة الأوامر فى نهاية هذا الشكل .

وظيفة الأمر	شفرة الأمر	# ن	الأعلام المتأثرة	شفرة الأسبيلي
$A \leftarrow A + CY + \text{reg}$	10001sss	4	ZSP CY HC	ADC A,reg
$A \leftarrow A + CY + (HL)$	8E	7	ZSP CY HC	ADC A,(HL)
$A \leftarrow A + CY + \text{data8}$	CE data8	7	ZSP CY HC	ADC A,data8
$A \leftarrow A + CY + (IY+d)$	FD 8E dd	19	ZSP CY HC	ADC A,(IY+d)
$A \leftarrow A + CY + (IX+d)$	DD 8E dd	19	ZSP CY HC	ADC A,(IX+d)
$HL \leftarrow HL + CY + rp$	ED 01rp1010	15	--- CY -	ADC HL,rp
$A \leftarrow A + \text{Reg}$	10000sss	4	ZSP CY HC	ADD A,reg
$A \leftarrow A + (HL)$	86	7	ZSP CY HC	ADD A,(HL)
$A \leftarrow A + \text{data8}$	C6 data8	7	ZSP CY HC	ADD A,data8
$A \leftarrow A + (IY+d)$	FD 88 dd	19	ZSP CY HC	ADD A,(IY+d)
$A \leftarrow A + (IX+d)$	DD 86 dd	19	ZSP CY HC	ADD A,(IX+d)
$HL \leftarrow HL + rp$	00rp1001	11	- - - CY -	ADD HL,rp
$IX \leftarrow IX + rp$	FD 00rp1001	15	- - - CY -	ADD IY,rp
$IX \leftarrow IX + rp$	DD 00rp1001	15	- - - CY -	ADD IX,rp
$A \leftarrow A \text{ AND reg}$	10100xxx	4	ZS P 0 0	AND reg
$A \leftarrow A \text{ AND } (HL)$	A6	7	ZS P 0 0	AND (HL)
$A \leftarrow A \text{ AND data8}$	E6 data8	7	ZS P 0 0	AND data8
$A \leftarrow A \text{ AND } (IY+d)$	FD A6 dd	19	ZS P 0 0	AND (IY+d)
$A \leftarrow A \text{ AND } (IX+d)$	DD A6 dd	19	ZS P 0 0	AND (IX+d)
عكس البت b في reg	CB 01bbbsss	9	Z - - - -	BIT b,reg
عكس البت b في (HL)	CB 01bbb110	12	Z - - - -	BIT b,(HL)
عكس البت b في (IY+D)	FD CB dd 01bbb110	20	Z - - - -	BIT b,(IY+d)
عكس البت b في (IX+D)	DD CB dd 01bbb110	20	Z - - - -	BIT b,(IX+d)
نداء غير مشروط لبرنامج فرعى	CD addr	17	-----	CALL addr
نداء مشروط بعلم الحمل=1	DC addr	10/17	-----	CALL C,addr
نداء مشروط بعلم إشارة=1	FC addr	10/17	-----	CALL M,addr
نداء مشروط بعلم الحمل=0	D4 addr	10/17	-----	CALL NC,addr
نداء مشروط بعلم الصفر=0	C4 addr	10/17	-----	CALL NZ,addr
نداء مشروط بعلم إشارة=0	F4 addr	10/17	-----	CALL P,addr
نداء مشروط بعلم باريتي=1	EC addr	10/17	-----	CALL PE,addr
نداء مشروط بعلم باريتي=0	E4 addr	10/17	-----	CALL PO,addr
نداء مشروط بعلم الصفر=1	CC addr	10/17	-----	CALL Z,addr
اعكس علم الحمل	3F	4	--- CY HC	CCF
مقارنة reg - A	10111sss	4	ZSP CY HC	CP reg
مقارنة (HL) - A	BE	7	ZSP CY HC	CP (HL)
مقارنة const - A	FE data8	7	ZSP CY HC	CP const
مقارنة (IY+d) - A	FD BE data8	19	ZSP CY HC	CP (IY+d)
مقارنة (IX+d) - A	DD BE data8	19	ZSP CY HC	CP (IX+d)
اعكس المسجل A	2F	4	-----	CPL

CPI	ZSP CY HC	16	ED A1	مقارنة A-(HL) $BC \leftarrow BC-1, HL \leftarrow HL+$
CPIR	ZSP CY HC	21/16	ED B1	كرر CPI إلى $BC=0$
CPD	ZSP CY HC	16	ED A9	مقارنة A-(HL) $BC \leftarrow BC-1, HL \leftarrow HL-$
CPDR	ZSP CY HC	21/16	ED B9	كرر CPD إلى $BC=0$
DAA	ZSP CY HC	4	27	حول المركب للنظام العشري
DEC reg	ZSP - HC	4	00ddd101	$reg \leftarrow reg - 1$
DEC (HL)	ZSP - HC	7	35	$(HL) \leftarrow (HL) - 1$
DEC (Y+d)	ZSP - HC	19	FD 35 data8	$(IX+d) \leftarrow (IX+d) - 1$
DEC (IX+d)	ZSP - HC	19	DD 35 data8	$(IX+d) \leftarrow (IX+d) - 1$
DI	-----	4	F3	أعمل المقاطعة 0 $IF \leftarrow 0$
DEC rp	-----	6	00rp1011	$rp \leftarrow rp - 1$
DEC IY	-----	10	FD 2B	$IY \leftarrow IY - 1$
DEC IX	-----	10	DD 2B	$IX \leftarrow IX - 1$
DJNZ ddd	-----	8/13	10 ddd	قفز بمقدار ddd وإنقاص B بمقدار 1 إلى أن يصبح $B=0$
EI	-----	4	FB	اسمح بالمقاطعة 1 $IF \leftarrow 1$
EX DE,HL	-----	4	EB	$HL \leftrightarrow DE$
EX AF,AF1	-----	4	08	$PSW \leftrightarrow PSW$
EXX	-----	4	D9	$BCDEHL \leftrightarrow BCDEHL$
EX (SP),HL	-----	19	E3	$(SP+1) \rightarrow H$ $(SP) \rightarrow L$
EX (SP),IX	-----	23	FD E3	$(SP+1) \rightarrow IY/H$ $(SP) \rightarrow IY/L$
EX (SP),IX	-----	23	DD E3	$(SP+1) \rightarrow IX/H$ $(SP) \rightarrow IX/L$
HALT	-----	4	76	أوقف تنفيذ البرنامج
IM 0	-----	8	ED 46	حالة المقاطعة صفر
IM 1	-----	8	ED 56	حالة المقاطعة واحد
IM 2	-----	8	ED 5E	حالة المقاطعة اثنين
IN A,(no.)	-----	11	DB no8	البوابة رقم no. $A \leftarrow no.$
IN reg,(C)	-----	12	ED 01ddd000	البوابة (C) $reg \leftarrow (C)$
INI	-----	16	ED A2	$port(C) \rightarrow (HL)$ $B-1 \rightarrow B$ $HL \leftarrow HL+1$
INIR	-----	16/21	ED B2	كرر INI إلى أن $B=0$
IND	-----	16	ED AA	$port(C) \rightarrow (HL)$ $B-1 \rightarrow B$ $HL \leftarrow HL-1$
INDR	-----	16/21	ED BA	كرر IND إلى أن $B=0$
INC reg	ZSP - HC	4	00ddd100	$reg \leftarrow reg + 1$
INC (HL)	ZSP - HC	7	34	$(HL) \leftarrow (HL) + 1$
INC (IY+d)	ZSP - HC	19	FD 34 dd	$(IY+d) \leftarrow (IY+d) + 1$
INC (IX+d)	ZSP - HC	19	DD 34 dd	$(IX+d) \leftarrow (IX+d) + 1$

INC rp	-----	6	00xx0011	rp ← rp + 1
INC IY	-----	10	FD 23	IY ← IY + 1
INC IX	-----	10	DD 23	IX ← IX + 1
JP addr	-----	10	C3 addr	قفز غير مشروط
JP (HL)	-----	4	E9	قفز إلى عنوان في HL
JP (IX)	-----	8	DD E9	قفز إلى عنوان في IX
JP (IY)	-----	8	FD E9	قفز إلى عنوان في IY
JP Z,addr	-----	10	CA addr	قفز مشروط بعلم الصفر=1
JP NZ,addr	-----	10	C2 addr	قفز مشروط بعلم الصفر=0
JP C,addr	-----	10	DA addr	قفز مشروط بعلم الحمل=1
JP NC,addr	-----	10	D2 addr	قفز مشروط بعلم الحمل=0
JP PO,addr	-----	10	E2 addr	قفز مشروط بعلم باريتي=0
JP PE,addr	-----	10	EA addr	قفز مشروط بعلم باريتي=1
JP P,addr	-----	10	F2 addr	قفز مشروط بعلم اشارة=0
JP M,addr	-----	10	FA addr	قفز مشروط بعلم اشارة=1
JR dd	-----	10	18 dd	قفز نسبي غير مشروط
JR Z,dd	-----	7/12	28 dd	قفز نسبي مشروط Z=1
JR NZ,dd	-----	7/12	20 dd	قفز نسبي مشروط Z=0
JR C,dd	-----	7/12	38 dd	قفز نسبي مشروط CY=1
JR NC,dd	-----	7/12	30 dd	قفز نسبي مشروط CY=0
LD reg1,reg2	-----	4	01dddsss	reg2 → reg1
LD reg,(HL)	-----	7	01ddd110	(HL) → reg
LD (HL),reg	-----	7	01110sss	(HL) ← reg
LD reg,data8	-----	7	11ddd110 data8	reg ← data8
LD reg,(IY+d)	-----	19	FD 01ddd110 dd	reg ← (IY+d)
LD reg,(IX+d)	-----	19	DD 01ddd110 dd	reg ← (IX+d)
LD (IY+d),reg	-----	19	FD 01110sss dd	(IY+d) ← reg
LD (IX+d),reg	-----	19	DD 01110sss dd	(IX+d) ← reg
LD (HL),data8	-----	10	36 data8	(HL) ← data8
LD (IY+d),data8	-----	19	FD 36 dd data8	(IY+d) ← data8
LD (IX+d),data8	-----	19	DD 36 dd data8	(IX+d) ← data8
LD A,(addr)	-----	13	3A addr	A ← (addr)
LD (addr),A	-----	13	32 addr	(addr) ← A
LD (addr),BC	-----	20	ED 43 addr	addr ← C addr+1 ← B
LD (addr),DE	-----	20	ED 53 addr	addr ← E addr+1 ← D
LD (addr),HL	-----	20	22 addr	addr ← L addr+1 ← H
LD (addr),IX	-----	20	DD 22 addr	addr ← IX/L addr+1 ← IX/H
LD (addr),IY	-----	20	FD 22 addr	addr ← IY/L addr+1 ← IY/H
LD (addr),SP	-----	20	ED 73 addr	addr ← SP/L addr+1 ← SP/H
LD A,(BC)	-----	7	0A	A ← (BC)
LD A,(DE)	-----	7	1A	A ← (DE)
LD (BC),A	-----	7	02	A → (BC)
LD (DE),A	-----	7	12	A → (DE)
LD A,I	-----	9	ED 57	A ← I
LD I,A	-----	9	ED 47	I ← A

LJ) A,R	-----	9	ED 5F	$A \leftarrow R$
LJ) R,A	-----	9	ED 4F	$R \leftarrow A$
LJ) rp,data16	-----	10	00rp0001 data16	$rp \leftarrow data16$
LJ) IX,data16	-----	14	DD 21 data16	$IX \leftarrow data16$
LJ) rp,(addr)	-----	20	ED 01rp1011 addr	$(addr+1) \rightarrow B \quad (addr) \rightarrow C$
LJ) HL,(addr)	-----	16	2A addr	$(addr+1) \rightarrow H \quad (addr) \rightarrow L$
LJ) IX,(addr)	-----	20	DD 2A addr	$(addr) \rightarrow IX/L$ $IX/H \leftarrow (addr+1)_2$
LJ) IY,(addr)	-----	20	FD 2A addr	$(addr) \rightarrow IY/L$ $IY/H \leftarrow (addr+1)_2$
LJ) SP,HL	-----	16	F9	$HL \rightarrow SP$
LJ) SP,IX	-----	10	DD F9	$SP \leftarrow IX$
LJ) SP,IY	-----	10	FD F9	$SP \leftarrow IY$
LJ)I	Z S P - -	16	ED A0	$DE \leftarrow DE+1 (HL) \rightarrow (DE)$ $HL \leftarrow HL+1$ $BC \leftarrow BC-1$
LJ)IR	Z S P - -	21/16	ED B0	نفس الأمر السابق إلى $BC=0$
LJ)D	Z S P - -	16	ED AB	$DE \leftarrow DE-1 (HL) \rightarrow (DE)$ $BC \leftarrow BC-1 \quad HL \leftarrow HL-1$
LJ)DR	Z S P - -	21/16	ED BB	نفس الأمر السابق إلى $BC=0$
NEG	Z S P - -	8	ED 44	المتمم الثنائي ل $A \leftarrow A$
NOP	-----	4	00	No operation شئنا لا تعمل
OR reg	Z S P 0 0	4	10110sss	$A \leftarrow A \text{ OR reg}$
OR (HL,)	Z S P 0 0	7	B5	$A \leftarrow A \text{ OR } (HL)$
OR data8	Z S P 0 0	7	F6 data8	$A \leftarrow A \text{ OR data8}$
OR (IY+d)	Z S P 0 0	19	FD B6 dd	$A \leftarrow A \text{ OR } (IY+d)$
OR (IX+d)	Z S P 0 0	19	DD B6 dd	$A \leftarrow A \text{ OR } (IX+d)$
OUT (no.),A	-----	11	D3 no.8	$port (no.) \leftarrow A$
OUT (C),reg	-----	12	ED 01sss001	$port (C) \leftarrow reg$
OUTI	-----	16	ED A3	$(HL) \rightarrow port(C)$ $B-1 \rightarrow B$ $HL \rightarrow HL+1$
O'IR	-----	16/21	ED B3	كرر OUTI إلى أن $B=0$
OUTD	-----	16	ED A8	$B \leftarrow B-1, port (C) \leftarrow (HL)$ $HL \leftarrow HL-1$
OTDR	-----	16/21	ED B8	كرر OUTD إلى أن $B=0$
PUSH rp	-----	11	11rp0101	المسجلان $rp \leftarrow$ قيمة المسجلة
PUSH IY	-----	15	FD E5	المسجل $IY \leftarrow$ قيمة المسجلة
PUSH IX	-----	15	DD E5	المسجل $IX \leftarrow$ قيمة المسجلة
POP rp	-----	11	11rp0001	قيمة المسجلة \leftarrow المسجلين rp
POP IY	-----	15	FD E1	قيمة المسجلة \leftarrow المسجل IY
POP IX	-----	15	DD E1	قيمة المسجلة \leftarrow المسجل IX
RLCA	---CY-	4	07	$CY \leftarrow$ المسجل $A \leftarrow$

RLA	--- CY -	4	17	← المسجل A ← CY ←
RRCA	--- CY -	4	0F	→ المسجل A → CY
RRA	--- CY -	4	1F	→ المسجل A → CY →
RLC reg	--- CY -	8	CB 0000sss	دوران مسجل , مثل RLCA
RLC (HL)	--- CY -	15	CB 06	دوران عنوان في HL مثل RLCA
RLC (IY+d)	--- CY -	23	FD CB dd 06	دوران عنوان (IY+d) مثل RLCA
RLC (IX+d)	--- CY -	23	DD CB dd 06	دوران عنوان (IX+d) مثل RLCA
RL (HL)	--- CY -	15	CB 16	دوران (HL) لليسار من خلال علم الحمل
RL (IX+d)	--- CY -	23	DD CB dd 16	دوران (IX+d) لليسار من خلال علم الحمل
RL (IY+d)	--- CY -	23	FD CB dd 16	دوران (IY+d) لليسار من خلال علم الحمل
RL reg	--- CY -	8	CB 00010sss	دوران reg لليسار من خلال علم الحمل
RLD	-----	18	ED 6F	دوران 4بت الأولى من A للشمال مع العنوان الموجود في HL
RRD	-----	18	ED 67	دوران 4بت الأولى من A لليمين مع العنوان الموجود في HL
RR (HL)	--- CY -	15	CB 1E	دوران (HL) لليمين من خلال علم الحمل
RR (IX+d)	--- CY -	23	DD CB dd 1E	دوران (IX+d) لليمين من خلال علم الحمل
RR (IY+d)	--- CY -	23	FD CB dd 1E	دوران (IY+d) لليمين من خلال علم الحمل
RR reg	--- CY -	8	CB 00011sss	دوران reg لليمين من خلال علم الحمل
RRC (HL)	--- CY -	15	CB 0E	دوران (HL) لليمين مثل RRCA
RRC (IX+d)	--- CY -	23	DD CB dd 0E	دوران (IX+d) لليمين مثل RRCA
RRC (IY+d)	--- CY -	23	FD CB dd 0E	دوران (IY+d) لليمين مثل RRCA
RRC reg	--- CY -	8	CB 00001sss	دوران reg لليمين مثل RRCA
RET	-----	10	C9	عودة من برنامج فرعي
RET Z	-----	5/11	C8	عودة مشروطة بعلم الصفر = 1
RET NZ	-----	5/11	C0	عودة مشروطة بعلم الصفر = 0
RET C	-----	5/11	D8	عودة مشروطة بعلم الحمل = 1
RET NC	-----	5/11	D0	عودة مشروطة بعلم الحمل = 0
RET PO	-----	5/11	E0	عودة مشروطة بعلم باريتي = 0
RET PE	-----	5/11	E8	عودة مشروطة بعلم باريتي = 1
RET M	-----	5/11	F8	عودة مشروطة بعلم إشارة = 1
RET P	-----	5/11	F0	عودة مشروطة بعلم إشارة = 0
RETI	-----	14	ED 4D	عودة من مقاطعة
RETN	-----	14	ED 45	عودة من مقاطعة ذات قناع

RES b,reg	-----	8	CB 10bbbsss	صفر في البت b في reg
RES b,(HL)	-----	15	CB 10bbb110	صفر في البت b في (HL)
RES b,(IX+d)	-----	23	DD CB dd 10bbb110	صفر في البت b في (IX+d)
RES b,(IY+d)	-----	23	FD CB dd 10bbb110	صفر في البت b في (IY+d)
RST n	-----	11	11nnn111	إعادة تشغيل
SUB reg	Z S P CY HC	4	10010sss	$A \leftarrow A - \text{reg}$
SUB (HL)	Z S P CY HC	7	96	$A \leftarrow A - (HL)$
SUB data8	Z S P CY HC	7	D6 data8	$A \leftarrow A - \text{data8}$
SUB (IX+d)	Z S P CY HC	19	DD 96 dd	$A \leftarrow A - (IX+d)$
SUB (IY+d)	Z S P CY HC	19	FD 96 dd	$A \leftarrow A - (IY+d)$
SBC reg	Z S P CY HC	4	10011sss	$A \leftarrow A - \text{CY} - \text{reg}$
SBC (HL)	Z S P CY HC	7	9E	$A \leftarrow A - \text{CY} - (HL)$
SBC data8	Z S P CY HC	7	DE data8	$A \leftarrow A - \text{CY} - \text{data8}$
SBC (IX+d)	Z S P CY HC	19	DD 9E dd	$A \leftarrow A - \text{CY} - (IX+d)$
SBC (IY+d)	Z S P CY HC	19	FD 9E dd	$A \leftarrow A - \text{CY} - (IY+d)$
SBC HL, rp	Z S P CY HC	15	ED 01rp0010	$HL \leftarrow HL - \text{CY} - \text{rp}$
SLA (HL)	Z S P CY HC	2	CB 26	إزاحة (HL) لليسار ، حمل 0 في بت 0
SLA (IX+d)	Z S P CY HC	4	DD CB dd 26	إزاحة (IX+d) لليسار ، حمل 0 في بت 0
SLA (IY+d)	Z S P CY HC	4	FD CB dd 26	إزاحة (IY+d) لليسار ، حمل 0 في بت 0
SLA reg	Z S P CY HC	2	CB 00100sss	إزاحة reg لليسار حمل 0 في بت 0
SRL (HL)	Z S P CY HC	2	CB 3E	إزاحة (HL) لليمين ، حمل 0 في بت 7
SRL (IX+d)	Z S P CY HC	4	DD CB dd 3E	إزاحة (HL) لليمين ، حمل 0 في بت 7
SRL (IY+d)	Z S P CY HC	4	FD CB dd 3E	إزاحة (HL) لليمين ، حمل 0 في بت 7
SRL reg	Z S P CY HC	2	CB 00111sss	إزاحة reg لليمين ، حمل 0 في بت 7
SRA (HL)	Z S P CY HC	2	CB 2E	إزاحة (HL) لليمين ، بت 7 تظل كما هي
SRA (IX+d)	Z S P CY HC	4	DD CB dd 2E	إزاحة (IX+d) لليمين ، بت 7 تظل كما هي
SRA (IY+d)	Z S P CY HC	4	FD CB dd 2E	إزاحة (IY+d) لليمين ، بت 7 تظل كما هي
SRA reg	Z S P CY HC	2	CB 00101sss	إزاحة reg لليمين، بت 7 تظل كما هي
SET b,reg	Z S P CY HC	8	CB 11bbbsss	واحد في البت b في reg
SET b,(IY+d)	Z S P CY HC	23	FD CB dd 11bbb110	واحد في البت b في (IY+d)
SET b,(HL)	Z S P CY HC	15	DD CB dd 11bbb110	واحد في البت b في (HL)

SET b,(IX+d)	Z S P C Y H C	23	DD CB dd 11bbb110	واحد في البت b في (IX+d)
XOR reg	Z S P 0 0	4	10101sss	$A \leftarrow A \text{ XOR reg}$
XOR (HL)	Z S P 0 0	7	AE	$A \leftarrow A \text{ XOR (HL)}$
XOR data8	Z S P 0 0	7	EE data8	$A \leftarrow A \text{ XOR data8}$
XOR (IX+d)	Z S P 0 0	19	FD AE dd	$A \leftarrow A \text{ XOR (IX+d)}$
XOR (IX+d)	Z S P 0 0	19	DD AE dd	$A \leftarrow A \text{ XOR (IX+d)}$

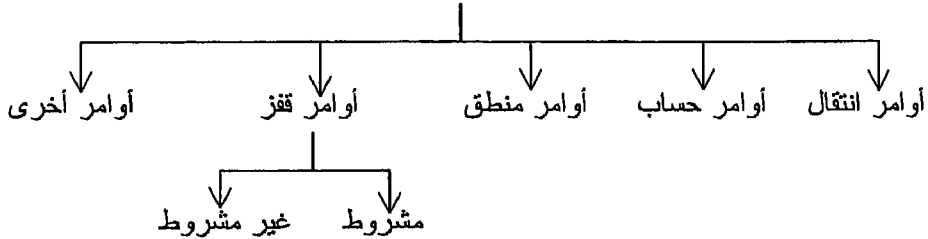
شكل (5-21) أوامر الشريحة Z80 مرتبة أبجدياً

- sss أو ddd تستبدل بشفرة مسجل 8 بت كما في فصل 2 .
- rp تستبدل بشفرة زوج مسجلات كما في فصل 2 .
- data8 ثابت مكون من 8 بت (بايت) .
- dd إزاحة عنوانية مكونة من 8 بت (بايت) .
- bbb رقم بت معينة في مسجل أو بايت ذاكرة .
- no.8 رقم (عنوان) بوابة (إدخال أو إخراج) من 8 بت (بايت) .

10-5 تمارين

1. أكمل الجدول التالي الخاص بأوامر الشريحة Z80 :

أوامر الشريحة Z80



2. ما هي نتيجة تنفيذ البرنامج التالي :

```

E000 LD A,05
E002 LD B,A
E003 LD C,B
E004 LD D,C
E005 LD E,D
E006 LD L,E
E007 LD H,L
E008 LD (HL),L
  
```

3. اقرأ البرنامج السابق وأجب عما يلي :

- محتويات مكان الذاكرة E000=.....

- محتويات مكان الذاكرة E001=.....
 - محتويات مكان الذاكرة 0505=.....
- 4.

E000 LD HL,E100
 E003 LD (HL),3E
 E005 INC HL
 E006 LD (HL),05
 E008 INC HL
 E009 LD (HL),47
 E00B INC HL
 E00C LD (HL),48

- ما هي نتيجة تنفيذ البرنامج السابق ؟
5. على ضوء نتيجة تنفيذ البرنامج السابق ما هي نتيجة تنفيذ الشفرات الموجودة في الأماكن E100 إلى E103 ؟
6. هل تتأثر الأعلام بأوامر الانتقال ؟
7. أذكر الأعلام التي تتأثر بكل عملية من العمليات الحسابية والمنطقية؟
8. إذا كانت محتويات المسجل A=F3H ومحتويات المسجل B=A4H فاكتب محتويات المسجل A بعد تنفيذ كل أمر من الأوامر التالية على نفس المحتويات السابقة ووضح أيضا كيف ستتأثر الأعلام بكل أمر :

ADD A,B
 SUB A,B
 SUB A,A
 INC A
 AND B
 OR B
 XOR B

9. ارسم مخطط السير للبرنامج التالي وما هي نتيجة تنفيذه :

E000 LD L,50H
 E003 LD H,E1H
 E005 LD (HL),A
 E006 DEC L
 E007 JPNZ E005

10. ماذا يحدث لو كتبنا البرنامج السابق عند E100 بدلا من E000 ؟
11. أعد كتابة البرنامج السابق مستخدما العلامات Labels ؟ وما هي مميزات البرنامج مكتوبا بهذه الصورة ؟
12. اكتب برنامجا يحسب عدد الواحيد الموجودة في محتويات المسجل A ، مثلا إذا كان A=11110101 فإن عدد الواحيد = 6 .

13. كم عدد بوابات الإدخال التي يستطيع البروسييسور Z80 التعامل معها؟
14. كم عدد بوابات الإخراج التي يستطيع البروسييسور Z80 التعامل معها؟
15. على ماذا يتوقف هذا العدد ؟
16. هل هناك ما يمنع أن تكون بوابتي إدخال وإخراج لهما نفس الرقم , كمثال على ذلك IN 05 و OUT 05؟
17. reg, OUT (C) هذا أحد أوامر الإخراج للبروسييسور Z80 والذي يعنى أخراج محتويات المسجل reg على بوابة الإخراج التي رقمها فى المسجل C فهل البروسييسور 8085 لديه ما يكافىء هذا الأمر ؟
18. هل تتأثر الأعلام بأوامر الإدخال والإخراج ؟
19. أكتب برنامجا يقرأ محتويات البوابة 00 وإذا كانت هذه المحتويات زوجية يخزنها فى الذاكرة ابتداء من العنوان E100 وإذا كانت فردية يخرجها على البوابة 00 ؟
20. اذكر طرق العنوان memory addressings المستخدمة مع البروسييسور Z80؟ والأوامر المستخدمة مع كل طريقة ؟ ومتى يفضل استخدام كل طريقة ؟
21. اكتب برنامج يحسب أكبر قيمة عددية فى بايت فى المدى العنوانى E200H إلى E250H .
22. اكتب برنامج يحسب عدد البايتات التي تحتوى أصفرا والتي تحتوى أرقاماً موجبة والتي تحتوى أرقاماً سالبة فى المدى العنوانى E100 إلى E150 .
23. اكتب برنامج يحسب عدد البايتات التي تحتوى بيانات فردية والتي تحتوى بيانات زوجية فى المدى العنوانى E100 إلى E150 .
24. المدى العنوانى E100 إلى E150 يحتوى بيانات لإشارة صوت ، احسب كم مرة عبرت إشارة الصوت الصفر .
25. اكتب برنامج يقرأ بوابة الإدخال رقم 00 ويختبر البت الرابعة فيها ، فإذا كانت هذه البت واحد يخرج هذه المحتويات على البوابة 00 ، وإذا كانت هذه البت صفر يخرج محتوياتها على البوابة 01 .
26. اكتب برنامج يقرأ بوابة الإدخال رقم 00 إلى مالا نهاية ويختبر البيانات التي يقرأها ، فإن كانت فردية يخرجها على البوابة 00 ، وإن كانت زوجية يخرجها على البوابة 01 . احسب أكبر معدل لدخول البيانات لكى يعمل هذا النظام فى الزمن المباشر real time .

الفصل السادس

المعالج

من البداية ... حتى النهاية

*Microprocessor... from Start ...
to end*

1-6 مقدمة

سنقوم في هذا الفصل بعملية بناء تدريجية لمعالج افتراضى يقوم بعدد محدود من العمليات الحسابية والمنطقية وله عدد محدود من الأوامر كما أن له عددا محدودا جدا من الخطوط فى مسارات البيانات والعناوين والتحكم ولذلك فإن هذا المعالج يستطيع التعامل مع كمية محدودة جدا من بايتات الذاكرة وسنبدا عملية البناء من أقل مستوى ممكن ثم سنرتقى بها خطوة بخطوة إلى أن نصل إلى معالج متكامل ولكن بالمواصفات التى ذكرناها سابقا . من خلال عملية البناء سنتعرف على وحدة الحساب والمنطق وكيفية عملها . ولقد كان قصدنا من وضع هذا الفصل فى هذا الترتيب أن يكون القارئ قد ألم بفكرة عامة عن تركيب المعالج من الفصول السابقة ثم يجيء هذا الفصل فيؤكد هذه الفكرة ويمحصها ويضيف إليها التفاصيل الدقيقة التى قد تجيب على الكثير من الأسئلة التى تدور فى خلد أى قارئ عن كيفية تنفيذ أى معالج لأى أمر وما الذى يتحكم فى عدد أوامره وغير ذلك من الأسئلة المهمة .

إن وحدة الحساب والمنطق هى إحدى المكونات الرئيسية للمعالج ومهمتها الأساسية هى إجراء العمليات الحسابية والمنطقية الأساسية وسنبدا فيما يلى عملية بناء هذه الوحدة ولكى نصل إلى ذلك لابد أن نتعرف أولا على كيفية تنفيذ عمليات الجمع والطرح فى النظام الثنائى .

2-6 الجمع الثنائى Binary addition

مثال 1-6

أوجد ناتج جمع الرقم $A = a_3a_2a_1a_0 = 1101$ مع الرقم $B = b_3b_2b_1b_0 = 1011$.
إن عملية الجمع تتم كالتالى:

$$\begin{array}{r}
 \text{الحمل} \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \\
 A \quad \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \\
 B \quad \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad + \\
 \hline
 \text{حمل} \leftarrow 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0
 \end{array}$$

النتيجة $S_3 \ S_2 \ S_1 \ S_0$

كما نرى فإن عملية الجمع تتم على عدد من المراحل ، المرحلة الأولى هى جمع a_0 (البت الأولى فى الرقم A) مع b_0 (البت الأولى من الرقم B) فينتج من ذلك نتيجة $s_0=0$ وحمل $c_0=1$ إلى المرحلة التالية . فى المرحلة الثانية يتم جمع البتات الآتية :

$$c_0 + b_1 + a_1$$

حيث c_0 هي الحمل من المرحلة السابقة كما ذكرنا . نتيجة جمع المرحلة الثانية ستكون $s_1=0$ والحمل منها سيكون $c_1=1$ إلى المرحلة التالية . في المرحلة الثالثة ستتم عملية الجمع التالية :

$$c_1 + b_2 + a_2$$

وسينتج عنها $s_2=0$ و $c_2=1$ ثم في مرحلة الجمع الرابعة سيتم جمع البتات التالية:

$$c_2 + b_3 + a_3$$

وسينتج عنها $s_3=1$ و $c_3=1$ وبذلك تنتهي عملية الجمع ويتبقى حمل أخير للخانة الرابعة وهو $c_3=1$ الذي سنهمله الآن . من ذلك نرى أننا في المرحلة الأولى نجمع اثنين بت فقط $(a_0 + b_0)$ وأما في باقي المراحل فإننا نجمع ثلاث بتات $(a_n + b_n + c_{n-1})$ حيث a_n هي البت رقم n في العدد A و b_n هي البت رقم n أيضا في العدد B ، وأما c_{n-1} فهي الحمل الناتج من جمع المرحلة السابقة $(c_{n-2} + b_{n-1} + a_{n-1})$. الآن نريد تكوين دائرة منطقية تقوم بعملية جمع 2 بت وأخرى تقوم بعملية جمع 3 بتات ثم من الدائرتين نقوم بتكوين دائرة تجمع العددين A و B .

1-2-6 دائرة نصف المجمع Half adder circuit, HA

يقوم نصف المجمع Half Adder, HA بجمع اثنين بت a_0 و b_0 ويعطى في الخرج النتيجة s_0 وحمل c_0 ويبين شكل (1-6) جدول الحقيقة لهذه الدائرة . من جدول الحقيقة نستطيع كتابة المعادلات المنطقية التالية لكل من خرجي دائرة نصف المجمع :

$$s_0 = a_0 \overline{b_0} + \overline{a_0} b_0$$

1-6

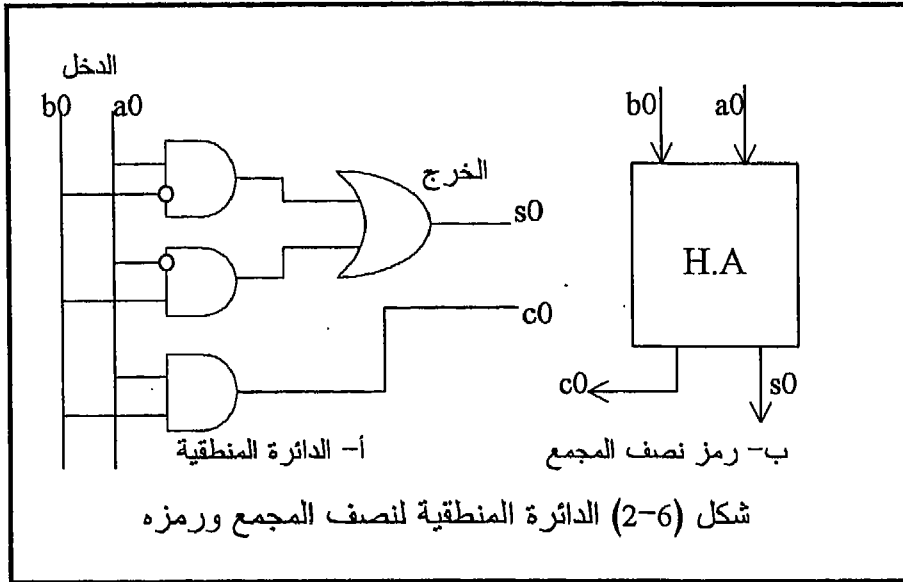
$$c_0 = a_0 b_0$$

2-6

الدخل		الخرج	
b_0	a_0	s_0	c_0
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

شكل (1-6) جدول الحقيقة لنصف المجمع

من المعادلتين 1-6 و 2-6 نستطيع رسم دائرة منطقية لنصف المجمع كما في الشكل (1-6) . انظر أيضا في نفس الشكل إلى الرمز الذي سنستخدمه لهذه الدائرة .



2-2-6 دائرة المجمع الكامل Full adder, FA

دائرة المجمع الكامل تكون قادرة على جمع ثلاثة بتات (cn-1, bn, an) وينتج منها المجموع sn والحمل للمرحلة القادمة cn. جدول الحقيقة لهذه الدائرة موضح في شكل (3-6). من جدول الحقيقة نستطيع كتابة معادلات الخرج كما يلي :

$$S_n = a_n \bar{b}_n \bar{c}_{n-1} + \bar{a}_n b_n \bar{c}_{n-1} + \bar{a}_n \bar{b}_n c_{n-1} + a_n b_n c_{n-1} \quad 3-6$$

$$C_n = a_n b_n \bar{c}_{n-1} + \bar{a}_n b_n c_{n-1} + \bar{a}_n \bar{b}_n c_{n-1} + a_n b_n c_{n-1} \quad 4-6$$

من المعادلتين 3-6 و 4-6 نستطيع استنتاج الدائرة المنطقية للمجمع الكامل كما في شكل (4-6). من ذلك نرى أنه لجمع أى رقمين A و B فإننا سنحتاج لنصف مجمع لجمع البت رقم 0 فى كل من الرقمين ثم سنحتاج مجمعا كاملا لجمع كل بت فى الرقم الأول مع ما يناظرها فى الرقم الثانى مع الحمل الناتج من عملية الجمع السابقة. فمثلا لو أن الرقمين A و B كل منهما يتكون من 4 بتات فإننا سنحتاج إلى نصف مجمع وثلاثة مجمعات كاملة لإتمام عملية جمع الرقمين ونفس الكلام يمكن تطبيقه على عملية جمع أى رقمين حيث كل منهما مكون من أى عدد من البتات. شكل (5-6) يبين الدائرة المستخدمة لجمع رقمين كل منهما مكون من أربعة بتات كمثال على ذلك. وترى فى نفس الشكل الرمز العام المستخدم للمجمع.

الدخـل			الخـرج	
cn-1	bn	an	sn	cn
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

شكل (3-6) جدول الحقيقة للمجمع الكامل

3-6 الطرح الثنائي Binary subtraction

لإجراء عمليات الطرح الثنائي فإنه عادة ما نلجأ إلى تحويل عملية الطرح إلى عملية جمع وبعد ذلك يمكن استخدام المجمع الذى سبق شرحه لتنفيذ عملية الطرح . لتحويل عملية الطرح إلى عملية جمع ننظر إلى المثال التالى :

مثال 2-6

افترض أن لدينا الرقم $A = 1101$ فإن المعكوس أو المتمم الأحادى one's complement لهذا الرقم هو $A = 0010$ وتم ذلك عن طريق قلب كل 1 إلى 0 وكل 0 إلى 1 فى الرقم الأصلى . الآن ماذا يحدث لو جمعنا العدد الأصلى زائد متمم الأحادى زائد واحد كما يلى : ..

$$\begin{array}{r} A = 1101 \\ \overline{A} = 0010 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \\ \phantom{\overline{A} = 0010} \\ \hline \phantom{\overline{A} = 0010} 1 + \\ \hline \phantom{\overline{A} = 0010} 1\ 0000 \leftarrow \text{الحمل} \end{array}$$

إن النتيجة كما رأينا ستكون دائما صفرا مع حمل واحد ، ولذلك فإنه بإهمال هذا الحمل يمكننا كتابة العلاقة التالية :

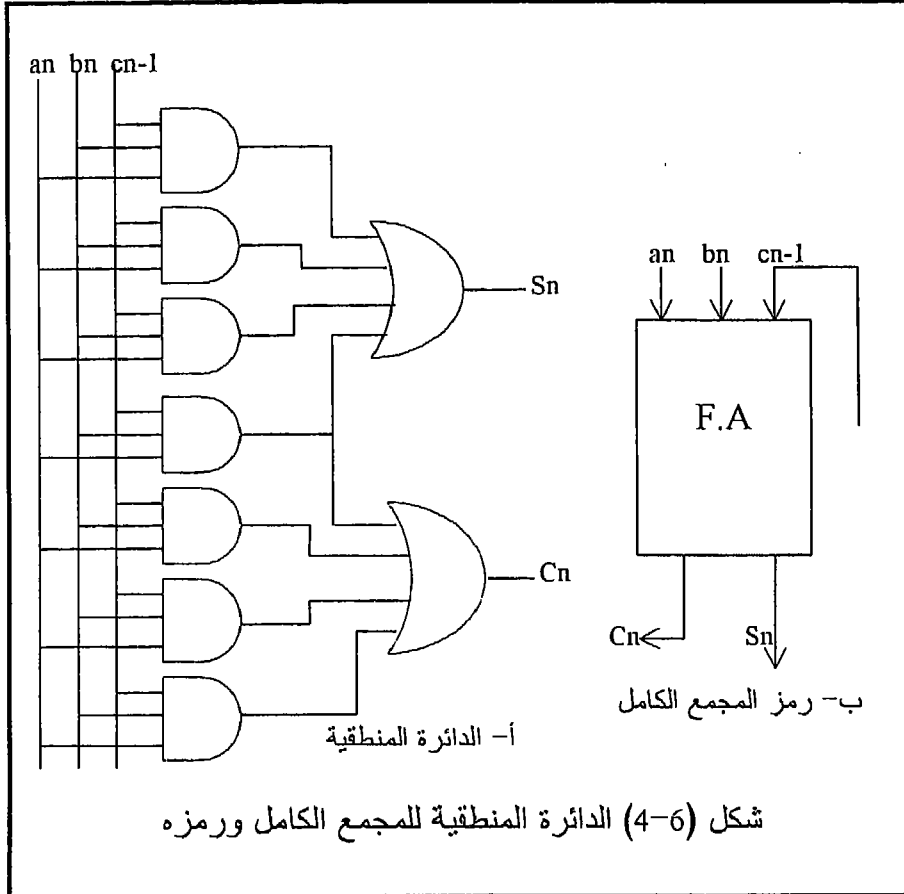
$$A + \overline{A} + 1 = 0$$

ومنها يمكن كتابة الرقم A على الصورة التالية :

$$-A = \overline{A} + 1$$

5-6

وعلى ذلك فإنه من المعادلة (5-6) يمكننا أن نرى أن أى عملية طرح يمكن تحويلها إلى عملية جمع عن طريق استبدال المطروح بمتكمه الثنائى (المتكم الأحادى + 1) . كمثال على ذلك انظر إلى عمليات الطرح التالية وكيف حولناها إلى عمليات جمع :

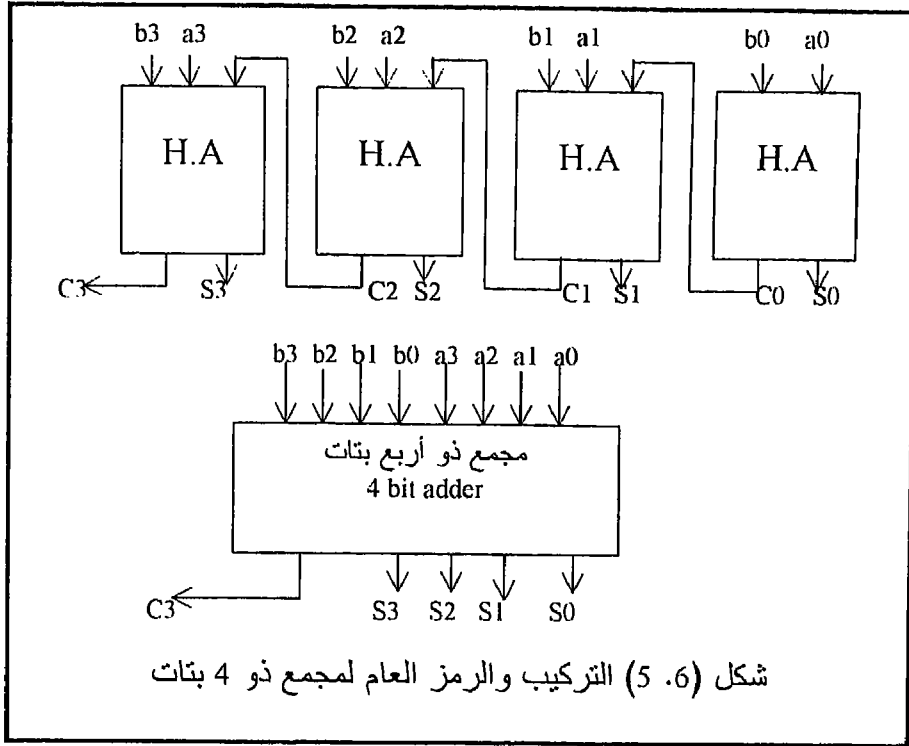


$$A - B = A + \overline{B} + 1 \quad 6-6$$

$$B - C = B + \overline{C} + 1 \quad 7-6$$

وبذلك نستطيع القول أنه يمكننا استخدام دائرة المجمع التى سبق شرحها فى تنفيذ عمليات الطرح أيضا بعد إجراء بعض التعديلات الطفيفة عليها . شكل (6-6) يبين دائرة مجمع وقد تم عليها هذا التعديل لتقوم بعمليات الجمع أو الطرح عن

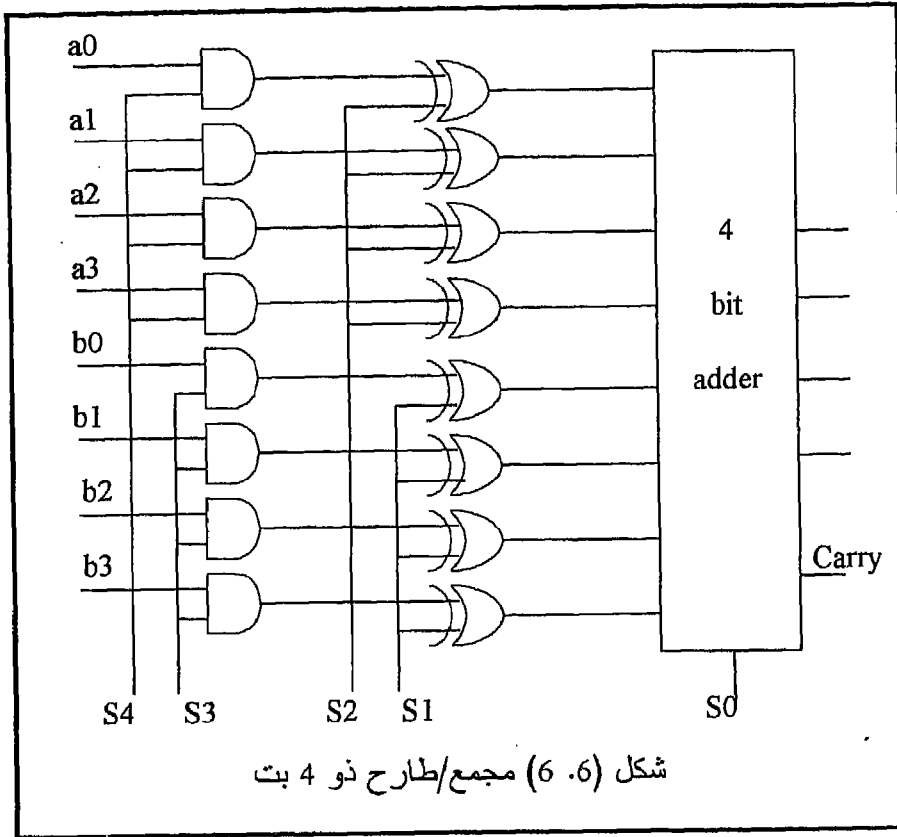
طريق بعض خطوط التحكم التي يمكن بواسطتها اختيار إما عملية الجمع أو عملية الطرح .



كما نعلم فإنه من خواص بوابة XOR أن لها دخلان عندما يكون أحدهما يساوي واحدا فإن الخرج يكون معكوس الدخل الآخر ، وعندما يكون أحد هذين الدخلين يساوي صفرا فإن الخرج يكون مثل الدخل الآخر ، أى أن بوابة XOR يمكن استخدام أحد دخلها للتحكم في جعل الخرج يساوي أما الدخل الآخر أو معكوسه. يمكن أن نرى ذلك بوضوح في شكل (6-6) بحيث أنه إذا كان خط التحكم $S1=1$ فإن العدد B سيدخل للمجمع معكوس . أما إذا كان $S1=0$ فإن العدد B سيدخل إلى المجمع بقيمته الحقيقية . نفس الشيء تم تطبيقه على العدد A باستخدام خط التحكم $S2$.

من شكل (6-6) أيضا يمكننا استنتاج وظيفة خطي التحكم $S3, S4$ بأن كل منهما بمثابة مفتاح (ON/OFF) للعدد الذي يعمل معه . فالخط $S3$ سيسمح بمرور العدد B أو صفر بدلا منه ، والخط $S4$ سيسمح بمرور العدد A أو صفر بدلا منه . إنه باستخدام خطوط التحكم $S1, S2, S3, S4$ يمكن استخدام المجمع الموجود في شكل (6-6) في أكثر من وظيفة منها الجمع والطرح . افترض مثلا أن $S4=1$ ،

واحدًا فإن العددين A, B سيعبران من بوابات الـ AND بنفس قيمهما وبما أن S2, S1 كل منهما يساوي صفرًا فإن العددين A, B سيعبران من بوابات الـ XOR بنفس قيمهما الحقيقية ومن ذلك نرى أن المجموع سيكون دخلاً مباشراً لهما العددين A, B وصفر من خط التحكم S0 لذلك سيقوم المجموع بجمعها .



افترض الآن الوضع التالي $S_4=1, S_3=1, S_2=0, S_1=1, S_0=1$ من شكل (6-6) نرى أنه طالما أن S_4, S_3 كل منهما يساوي واحدًا فإن العددين A, B سيعبران من بوابات الـ AND ، وبما أن $S_2=0$ فإن العدد A سيعبر من بوابات الـ XOR بقيمته الحقيقية وطالما أن $S_1=1$ فإن العدد B سيعبر من بوابات الـ XOR معكوساً وبذلك نستطيع القول أن المجموع سيقوم بعملية الجمع التالية :

$$A + \overline{B} + 1$$

حيث الواحد هو قيمة خط التحكم S_0 . كما علمنا من قبل فإن $B = \overline{B} + 1$ - لذلك فإننا نستطيع القول بأن المجمع في هذه الحالة يقوم بعملية طرح العدد B من العدد A ، أي $(A - B)$.

شكل (6-6) به خمسة خطوط تحكم هي S_4, S_3, S_2, S_1, S_0 كل منها يمكن أن يكون واحدا أو صفرا لذلك فإن هناك $2^5 = 32$ شفرة أو كود يمكن أن تكون عليها هذه الخطوط ولكل شفرة من هذه الشفرات سيكون هناك خرج معين لدائرة المجمع/الطراح الموضحة في شكل (6-6) . شكل (6-7) يبين جميع هذه الشفرات والخرج الناتج عن كل منها . إننا هنا لن نقوم بمراجعة جميع الحالات الموجودة في شكل (6-7) لمعرفة كيف يكون الخرج في كل حالة ومطابقة ذلك على الدائرة الموجودة في شكل (6-6) ولكننا سنترك هذه العملية للقارئ اكتفاء بالمثالين اللذين شرحناهما سابقا أحدهما للجمع والآخر للطرح . من الملاحظات المهمة على الخرج أن هناك الكثير من الحالات قد يكون فيها الخرج غير مهم مثل الحالات التي يكون فيها الخرج يساوي 0 أو 1 أو 2- وغير ذلك من الحالات ، ويلاحظ أيضا وجود الكثير من الحالات التي يكون الخرج فيها مكررا مثل الحالة التي يكون فيها الخرج يساوي B قد كررت ثلاث مرات والحالة التي يكون فيها الخرج يساوي 0 كررت أيضا أكثر من مرة ، كيف سنتخلص من هذا التكرار وهذه الحالات التي نعتبرها غير مهمة ؟ إن هذا ما سنراه في الأجزاء القادمة .

4-6 وحدة الحساب والمنطق

Arithmetic and Logic Unit, ALU

من العمليات التي يقوم بها المعالج دائما بجانب العمليات الحسابية العمليات المنطقية أيضا . لذلك فإننا سنحاول في هذا الجزء و عن طريق إضافة بعض خطوط التحكم أن نجعل الدائرة الموجودة في شكل (6-6) قادرة على تنفيذ العمليات المنطقية أيضا بجانب العمليات الحسابية (الجمع والطرح) . إن العمليات المنطقية التي سنحاول إضافتها إلى وحدة المجمع/الطراح التي سبق شرحها هي عمليات XOR, OR, AND وهذا كمثال فقط حيث بالطبع يمكن إضافة المزيد . إن هناك أكثر من طريقة لتطوير دائرة المجمع/الطراح التي سبق شرحها لتستطيع تنفيذ العمليات المنطقية وسنعرض هنا أبسط هذه الطرق . شكل (6-8) يبين وحدة حساب ومنطق تستطيع تنفيذ عمليات الجمع والطرح و OR و XOR و AND . في هذا الشكل أن الدخيلين A, B كل منهما مكون من n من البتات ولكن لتبسيط الرسم تم رسمه كخط واحد فقط . شكل (6-8) مكون من أربعة صناديق كل منها يمثل عملية من عمليات وحدة الحساب والمنطق . الصندوق

الأول خاص بعمليتي الجمع والطرح ومحتوياته هي الدائرة الموجودة في شكل (6-6) .

الخروج	s0	s1	s2	s3	s4
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
-1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0
-1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0
-2	0	1	1	0	0
-1	1	1	1	0	0
B	0	0	0	1	0
B+1	1	0	0	1	0
-B-1=B	0	1	0	1	0
-B	1	1	0	1	0
B-1	0	0	1	1	0
B	1	0	1	1	0
-B-2	0	1	1	1	0
-B-1=B	1	1	1	1	0
A	0	0	0	0	1
A+1	1	0	0	0	1
A-1	0	1	0	0	1
A	1	1	0	0	1
-A-1=A	0	0	1	0	1
-A	1	0	1	0	1
-A-2	0	1	1	0	1
-A-1=A	1	1	1	0	1
A+B	0	0	0	1	1
A+B+1	1	0	0	1	1
A-B-1	0	1	0	1	1
A-B	1	1	0	1	1
B-A-1	0	0	1	1	1
B-A	1	0	1	1	1
-A-B-2	0	1	1	1	1
-A-B-1	1	1	1	1	1

شكل (6-7) جميع الحالات الممكنة لخروج المجمع/الطراح في شكل (6-6)

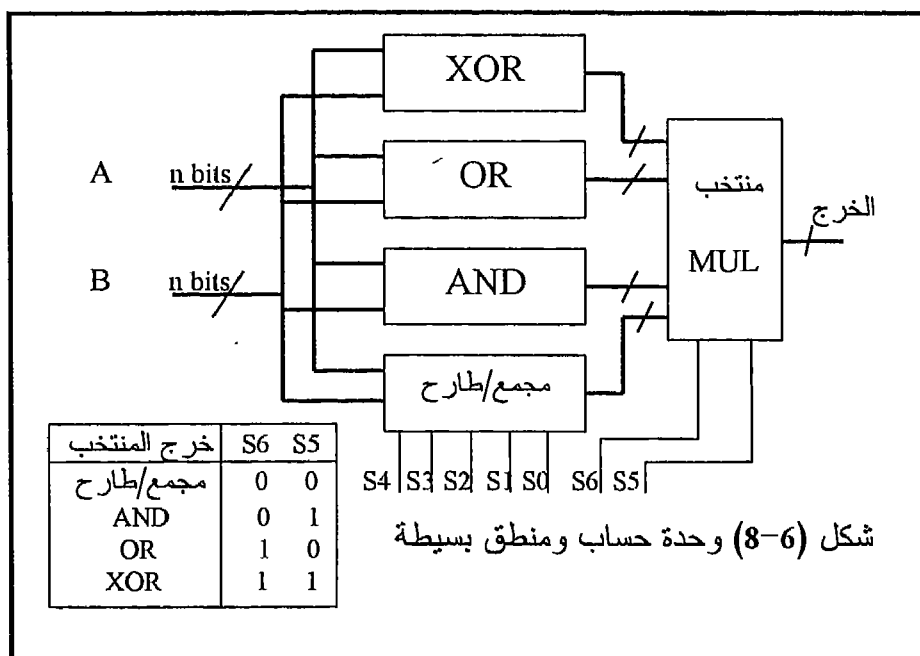
الصندوق الثانى خاص بعملية AND ويحتوى عددا n من بوابات AND ثنائية الدخل حيث أحد هذين الدخلين هو بت من بتات الدخل A والدخل الآخر هو البت المناظرة من الدخل B . الصندوق الثالث خاص بعملية OR ومحتوياته هي عدد n من بوابات OR ثنائية المدخل ، وأما الصندوق الرابع فخاص بعملية XOR ومحتوياته هي عدد n من بوابات XOR .

الخرج النهائى لوحدة الحساب والمنطق يتم اختياره من بين خروج الأربعة صناديق السابقة عن طريق منتخب multiplexer له خطى تحكم S_5, S_6 تتم بهما عملية اختيار أى واحد من الصناديق سيتم توصيل خرجه إلى خرج المنتخب وبالتالي إلى خرج وحدة الحساب والمنطق ، فمثلا إذا كان $S_5=1, S_6=1$ فإن خرج صندوق XOR يوصل إلى خرج المنتخب وفى هذه الحالة فإن وحدة الحساب والمنطق ستقوم بتنفيذ عملية XOR على الدخلين A, B . شكل (6-8) يبين أيضا جدول الحقيقة لهذا المنتخب لجميع حالات الخطيين S_5, S_6 . لاحظ أن عملية تخصيص أى شفرة على الخطيين S_5, S_6 ستخرج XOR وأياها ستخرج AND وغير ذلك من العمليات الموضحة فى شكل (6-8) تتوقف على المصمم إذ هو الذى يحدد هذه الشفرات . عندما يكون الخطان $S_5=0, S_6=0$ فإن خرج وحدة الحساب والمنطق سيكون هو خرج الصندوق المجمع/الطرح وأما العملية التى ستنفذ فتكون إما عملية جمع أو طرح أو غير ذلك على حسب الشفرة الموجودة على باقى خطوط التحكم S_0 إلى S_4 .

الدائرة الموجودة فى شكل (6-8) تحتوى على سبعة خطوط تحكم S_0 إلى S_6 وعلى ذلك فإن هذه الدائرة مفروض أن تكون قادرة على إجراء $2^{(7)} = 128$ عملية مختلفة بناء على جدول حقيقة يمكن وضعه ماثلا للجدول المبين فى شكل (6-7) . ولكن وكما رأينا فى شكل (6-7) فإن معظم هذه العمليات (128) إما أنها ستكون عمليات غير مهمة أى غير ذات فائدة أو أنها ستكون عمليات مكررة . لذلك فإننا سنقوم بتصفية هذه 128 عملية إلى 13 عملية فقط من العمليات المهمة والغير مكررة وسنهمل باقى العمليات . لاحظ أن اختيار 13 عملية تعتبر من عمل المصمم حيث هو الذى يختار عدد العمليات المهمة وأى العمليات تهمل؟ وأياها يؤخذ فى الاعتبار؟ ولذلك فإن اختيارنا 13 عملية هنا ليس إلا مجرد مثال فقط ولا توجد أى ضرورة لاختيار الرقم 13 بالذات .

بما أننا سنختار 13 عملية فقط وسنهمل الباقي فإنه من البديهي أن يكون هناك 4 خطوط تحكم فقط كافية لتشفير هذه العمليات حيث $2^4 = 16$ (أكبر من 13) . لذلك فإننا سنحتاج هنا إلى دائرة تكون مهمتها هي تحويل الشفرات الرباعية إلى شفرات سباعية تتناسب مع خطوط التحكم الموجودة فى وحدة الحساب والمنطق المبينة فى شكل (6-8) ، هذه الدائرة سنسميها محول شفرات وعادة ما تكون هذه الدائرة عبارة عن ROM مكونة من 16 بايت ولها أربعة خطوط عناوين تعطى

عليها الشفرة الرباعية فتخرج محتويات البايت المقابلة وهي الشفرة السباعية التي من المفروض أن تكون مخزنة سلفا .

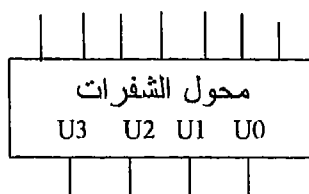


شكل (9-6) يبين رسما صندوقيا وجدول الحقيقة لمحول الشفرات . شكل (10-6) يبين الشكل النهائي لوحدة الحساب والمنطق بعد إضافة محول الشفرات إليها . لإجراء عملية الجمع مثلا يجب أن نضع الشفرة الرباعية 0 111 على خطوط التحكم U0 U1 U2 U3 فيقوم محول الشفرات بإعطاء الشفرة السباعية المناظرة والتي هي الشفرة السباعية لعملية الجمع (0 011000) كما في جدول الحقيقة في شكل (9-6) .

5-6 مسجل التراكم Accumulator register

إن إضافة مسجل التراكم Accumulator إلى وحدة الحساب والمنطق هو الخطوة التالية لتطوير هذه الوحدة وإعدادها لتكون جزءا من أجزاء المعالج . شكل (6-11) يوضح هذا التطوير ، من هذا الشكل نلاحظ أن مسجل التراكم يعتبر مخزنا لتسجيل الناتج من وحدة الحساب والمنطق حيث أنه موصل مباشرة على خرجها ولذلك فإننا نتوقع أن ناتج أى عملية حسابية أو منطقية سيذهب مباشرة إلى مسجل

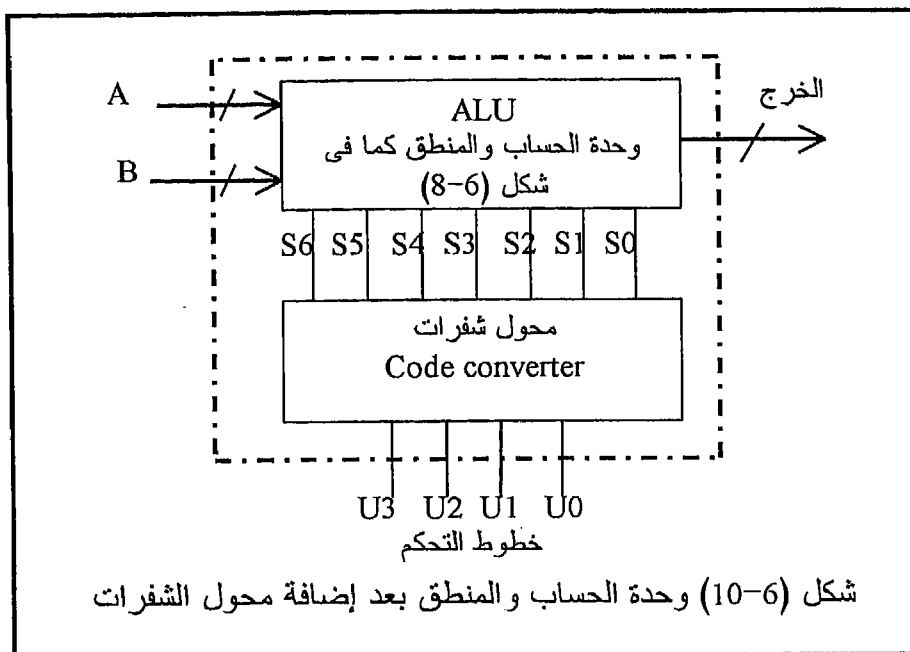
التراكم . نلاحظ أيضا من شكل (6-11) أن هناك نوعا من أنواع التغذية المرتدة حيث قد تم توصيل خرج مسجل التراكم على أحد دخلى وحدة الحساب والمنطق (الدخل A) ولم يبق سوى دخل واحد فقط لوحدة الحساب والمنطق (الدخل B) . نلاحظ أيضا أن مسجل التراكم مثله مثل أى مسجل حيث لن ينتقل دخله إلى خرج إلا بعد إعطاء نبضة تزامن clock ، لذلك كان لابد من توصيل clock إلى مسجل التراكم .



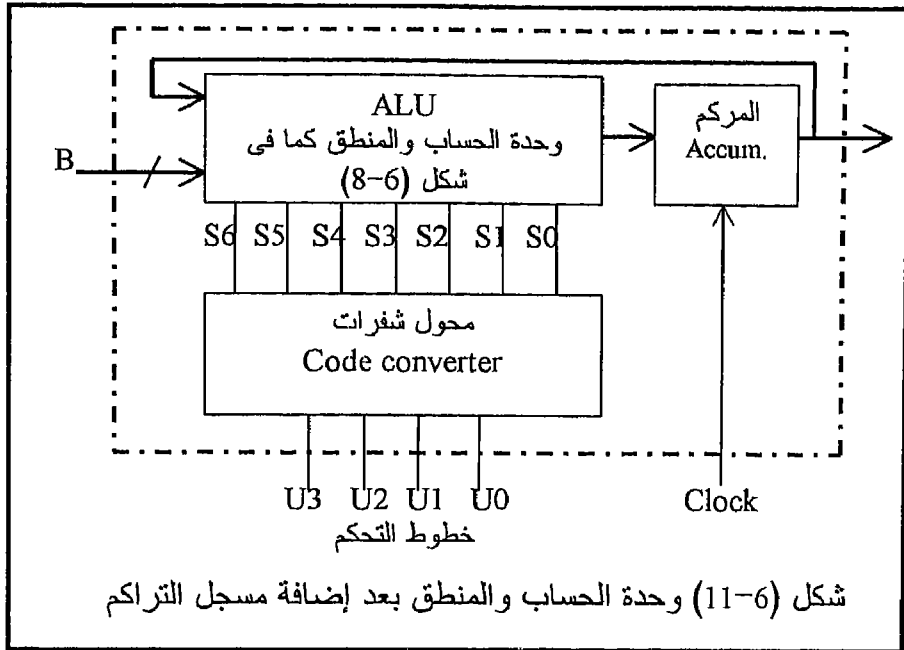
شكل (6-9 أ) رسم صندوقى لمحول الشفرات

U 32	U 1	U 0	العملية	s6	s5	s4	s3	s2	s1	s0
0	0	0	A	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	A	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	B	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	A+1	0	0	1	0	0	0	1
0	1	1	A-1	0	0	1	0	0	1	0
0	1	1	A+B	0	0	1	1	0	0	0
1	0	0	A-B	0	0	1	1	0	1	1
1	0	0	A/B	1	0	d	d	d	d	d
1	0	1	A/VB	0	1	d	d	d	d	d
1	0	1	A+B	1	1	d	d	d	d	d
1	1	0	-1	0	0	0	0	1	1	1
1	1	0	هذه الحالات الثلاث							
1	1	1	غير مستخدمة الآن							
1	1	1	وسوف نستخدمها مستقبلا							
* d تعنى do not care أى لا يهم أن يكون هذا الخط صفر أو واحد .										

شكل (6-9 ب) جدول الحقيقة لمحول الشفرات



بعد هذا التعديل بإضافة مسجل التراكم إلى وحدة الحساب والمنطق لا بد وأن يطرأ تعديل مناظر على ال 13 عملية التي تم تخصيصها لهذه الوحدة للقيام بها والتي سبق أن حددناها سابقا بعد إضافة محول الشفرات في شكل (6-9). شكل (6-12) يبين جدولا لهذه العمليات وقد تم إعطاء شفرة حرفية mnemonic أو شفرة أسمبلى لكل عملية بجانب شفرتها الثنائية (الشفرة الرباعية) أو التي سنسميها شفرات الماكينة machine codes. لنأخذ على ذلك المثال التالي : افترض أن خطوط التحكم $U_0 U_1 U_2 U_3$ تساوى 0101 فإنه من شكل (6-9) ستكون العملية (الأمر) التي ستتخذ هي $A+1$ ، أي أن الدخل A لوحدة الحساب والمنطق الذي هو خرج مسجل التراكم سيزداد بمقدار واحد. بافتراض أن خرج مسجل التراكم كان صفرا في البداية فإن ال ALU ستجمع واحد زائد صفر وتكون النتيجة واحدا يوضع على خرج ال ALU. مع أول نبضة تزامن فإن هذا الواحد ينتقل إلى خرج مسجل التراكم حيث سيكون موجودا أيضا على الدخل A لل ALU. ومع بقاء نفس الشفرة على الخطوط U_0 إلى U_3 فإن هذا الواحد سيصبح اثنين على خرج ال ALU. بإعطاء نبضة التزامن الثانية ستنقل الاثنين إلى خرج مسجل التراكم والدخل A لل ALU وهكذا تستمر العملية. أي أن هذا الأمر يزيد واحدا على محتويات مسجل التراكم مع كل نبضة تزامن كما لو كان عدادا ولذلك فقد تم اختصاره إلى INC أي زد بمقدار واحد Increment.



كما نلاحظ من شكل (6-11) فإن خرج مسجل التراكم متصل دائما بالدخل A لوحدة الحساب والمنطق لذلك فإنه دائما يطلق عليه اسم المسجل A ، وبما أن النتائج دائما تتراكم فيه كما رأينا في المثال السابق فقد أطلق عليه أيضا اسم مسجل التراكم أو المركم Accumulator . لنأخذ مثالا آخر أكثر تعقيدا لكي نفهم كيفية عمل الدائرة الموجودة في شكل (6-11) . افترض أن المطلوب هو ضرب العددين 6×3 . كما نرى من شكل (6-12) فإنه ليس هناك أي أمر يقوم بعملية الضرب ، لذلك فإننا سننفذ الضرب عن طريق الجمع المتكرر ، أي أننا سنجمع العدد 6 مع نفسه ثلاث مرات . لذلك فإننا سنضع العدد 6 على الدخل B أولا ثم سنضع الشفرة 0011 على خطوط التحكم U0 إلى U3 وهذه الشفرة من شأنها أن تنقل الموجود على الدخل B إلى خرج مسجل التراكم مع أول نبضة تزامن ، أي أنه بعد أول نبضة تزامن سيكون العدد 6 موجودا على خرج مسجل التراكم وبالتالي أيضا على الدخل الآخر (الدخل A) لوحدة الحساب والمنطق . الآن سنضع الشفرة 0111 على خطوط التحكم U0 إلى U3 وهذه الشفرة كما في شكل (6-12) ستقوم بجمع محتويات الدخل B مع محتويات الدخل A لل ALU . وعلى ذلك فإنه بإعطاء نبضة تزامن ثانية ستكون محتويات مسجل التراكم تساوي 12 وهي حاصل جمع 6 الموجودة على الدخل B و 6 الموجودة على خرج مسجل التراكم بعد النبضة الأولى . لاحظ أن الدخل A لل ALU بعد

النبضة الثانية سيصبح 12 أيضا . لو احتفظنا بنفس الشفرة 0111 على خطوط التحكم U0 إلى U3 وأعطينا نبضة تزامن أخرى فإن خرج مسجل التراكب سيصبح 18 وهى حاصل جمع 6 الموجودة على الدخل B و 12 الموجودة على خرج مسجل التراكب بعد النبضة الثانية . بذلك نكون قد أنهينا عملية ضرب العددين 6×3 بعد ثلاث نبضات تزامن وبعد أن وضعنا الشفرات التالية على خطوط التحكم U0 إلى U3 :

	U3	U2	U1	U0
أول نبضة تزامن	0	0	1	1
ثاني نبضة تزامن	0	1	1	1
ثالث نبضة تزامن	0	1	1	1

من المثال السابق يمكننا أن نقول أن أى عملية مركبة يمكن تبسيطها إلى مجموعة من الشفرات التى توضع على خطوط التحكم U0 إلى U3 واحدة بعد الأخرى بحيث تنفذ العملية المناظرة لكل شفرة مع نبضة تزامن . الآن ألا يمكننا أن نسمى كل شفرة من هذه الشفرات بالأمر Instruction ، ومجموعة الشفرات أو الأوامر المطلوبة لتنفيذ أى عملية مركبة ألا نسميها برنامج program ، ألا يمكن أن نسمى الدائرة التى لها قائمة الأوامر الموجودة فى شكل (6-12) بالمعالج . نعم إن الدائرة التى حصلنا عليها فى شكل (6-11) تعتبر صورة مبسطة جدا لمعالج افتراضى محدود الإمكانيات إذا ما قورن بأى معالج حقيقى . إن المعالج الافتراضى hypothetical الذى وصلنا إليه حتى الآن يستطيع فقط إجراء العمليات الحسابية والمنطقية ، السؤال الآن هل نستطيع تطوير الوحدة السابقة لكى تستطيع التعامل مع ذاكرة ووحدات إدخال أو إخراج كما فى المعالج العادى ؟ إن هذا ما سنراه فى الجزء التالى :

6-6 إضافة ذاكرة للمعالج الافتراضى

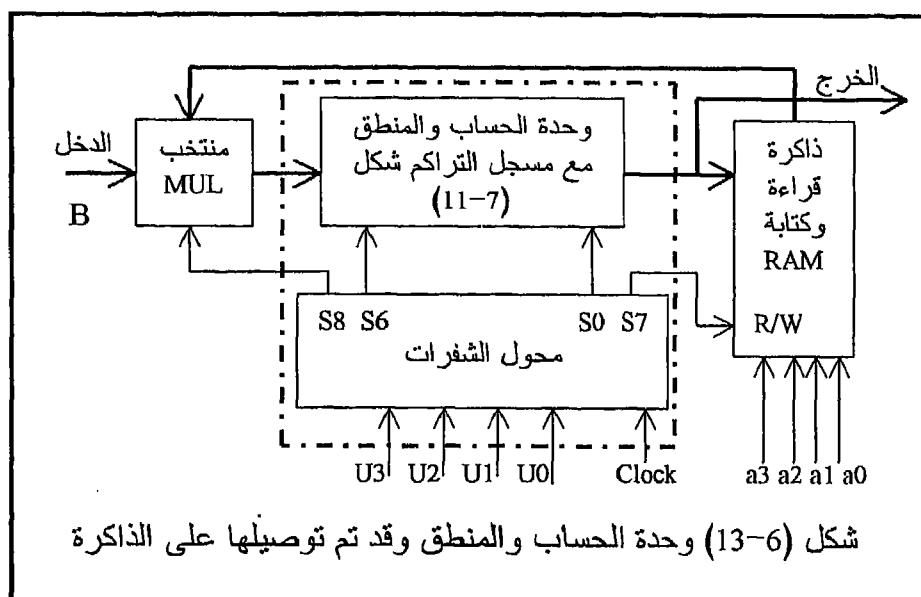
بالنظر إلى الدائرة الموجودة فى شكل (6-13) نجد أن هناك منتخبا تمت إضافته فى الدخل وهذا المنتخب له دخلان وخط تحكم واحد S8 تمت إضافته على خرج محول الشفرات لهذا الغرض . أحد دخلي هذا المنتخب هو خرج الذاكرة والدخل الآخر هو الدخل B حيث يتم اختيار أحدهما ليعبر إلى خرج المنتخب ومنه كدخل إلى وحدة الحساب والمنطق ثم إلى مسجل التراكب عن طريق خط التحكم S8 . وعلى ذلك فعندما يكون $S8=0$ فإن خرج الذاكرة يكون موصلا إلى وحدة الحساب والمنطق ، وأما إذا كان $S8=1$ فإن الدخل B يوصل إلى وحدة الحساب والمنطق .

U3 U2 U1 U0	اختصار العملية	العملية	الحمل Carry
0 0 0 0	NOP	لا تعمل شيء	no
0 0 0 1	SP1	$A = +1$	no
0 0 1 0	CMA	اعكس A	no
0 0 1 1	LDA	حمل A بالدخل B	no
0 1 0 0	CLA	$A = 0$	no
0 1 0 1	INC	$A+1 \rightarrow A$	yes
0 1 1 0	DEC	$A-1 \rightarrow A$	yes
0 1 1 1	ADD	$A+B \rightarrow A$	yes
1 0 0 0	SUB	$A-B \rightarrow B$	yes
1 0 0 1	AND	$A \wedge B \rightarrow A$	no
1 0 1 0	OR	$A \vee B \rightarrow A$	no
1 0 1 1	XOR	$A \oplus B \rightarrow A$	no
1 1 0 0	SM1	$-1 \rightarrow A$	no
1 1 0 1			
1 1 1 0			
1 1 1 1			
* A مقصود بها مسجل التراكم و B يقصد بها الدخل B لوحدة الحساب والمنطق			

شكل (6-12) قائمة بالعمليات التي تنفذها وحدة الحساب والمنطق التي معها مركم كما في شكل (6-11)

المشكلة الآن أننا نريد توصيل أحد هذين الدخلين إلى مسجل التراكم فأى الشفرات نضعها على خطوط التحكم U0 إلى U3 ؟ ليس هناك الا شفرة واحدة فقط وهى الشفرة 0011 التى تضع دخل وحدة الحساب والمنطق فى مسجل التراكم وهى شفرة الأمر LDA وكما رأينا فإن دخل وحدة الحساب والمنطق إما أن يكون من الذاكرة أو من B . لذلك فإنه لتمييز كل من الدخلين من الآخر فإننا سنخصص الشفرة 0011 التى هى الأمر LDA لتحميل المركم بمحتويات دخل وحدة الحساب والمنطق إذا كان هذا الدخل قادما من الذاكرة أى $S8=0$. ولذلك فإنه فى هذه الحالة ($S8=0$) لابد من تحديد العنوان الذى سيتم التعامل معه على خطوط عنوان الذاكرة a0 إلى a3 . أما إذا كان الدخل قادما من B فإننا سنستخدم له شفرة من الشفرات الغير مستخدمة والمتبقية من ال 16 شفرة الموجودة فى قائمة الأوامر ولتكن الشفرة 1101 والتى سنعطىها الاختصار INP أى الدخل من

خارج المعالج مثل بوابة إدخال مثلا . لاحظ أنه مع الأمر INP فإن خط التحكم S8 يكون واحدا في هذه الحالة وستكون الشفرة المقابلة على خرج محول الشفرات S0 إلى S8 هي 00001000 .



بذلك نكون قد رأينا كيفية اختيار دخل وحدة الحساب والمنطق بين الذاكرة أو الدخل B القادم من خارج المعالج ، ماذا عن خرج وحدة الحساب والمنطق وكيف يمكن توصيله إلى الذاكرة ؟

إن خط التحكم S7 الذي أضيف على خرج محول الشفرات كما في شكل (6-13) مهمته هي التحكم في كتابة خرج مسجل التراكم في الذاكرة إذا كان $S7=1$ أو إخراجها إلى خارج المعالج عندما يكون $S7=0$. لاحظ أن كلا من هاتين العمليتين ليس لها أمر يقابلها في قائمة الأوامر التي درسناها حتى الآن في شكل (6-12) ولذلك فإننا سنستخدم الشفرتين المتبقيتين من ال 16 شفرة في نفس الشكل لهذا الغرض . أي أن الشفرة 1110 والتي سنختصرها STA أي خزن في الذاكرة Store accumulator ستجعل الخط $S7=1$ الذي سيجعل الذاكرة في حالة استقبال للمعلومات أي في حالة كتابة فيها لأن الخط $R/W=1$. لاحظ أن هذا الأمر سيتطلب أن نضع العنوان الذي سيتم التعامل معه داخل الذاكرة على مسار العناوين ($a0$ إلى $a3$) .

الحمل	العملية	الأمر	العنوان a3 a2 a1 a0	U3 U2 U1 U0
no	لا تعمل شيء	NOP	x x x x	0 0 0 0
no	$A = +1$	SP1	x x x x	0 0 0 1
no	اعكس A	CMA	x x x x	0 0 1 0
no	الذاكرة $\leftarrow A$	LDA	a a a a	0 0 1 1
no	$A = 0$	CLA	x x x x	0 1 0 0
yes	$A+1 \rightarrow A$	INC	x x x x	0 1 0 1
yes	$A-1 \rightarrow A$	DEC	x x x x	0 1 1 0
yes	عنوان $A \leftarrow A +$	ADD	a a a a	0 1 1 1
yes	عنوان $A \leftarrow A -$	SUB	a a a a	1 0 0 0
no	عنوان $A \leftarrow A \wedge$	AND	a a a a	1 0 0 1
no	عنوان $A \leftarrow A \vee$	OR	a a a a	1 0 1 0
no	عنوان $A \leftarrow A \oplus$	XOR	a a a a	1 0 1 1
no	$-1 \rightarrow A$	SMI	x x x x	1 1 0 0
no	$B \rightarrow A$	INP	x x x x	1 1 0 1
no	$\leftarrow A$ الذاكرة	STA	a a a a	1 1 1 0
no	$A \leftarrow$ الخرج	OUT		1 1 1 1

شكل (6-14) قائمة الأوامر بعد تعديلها لتلائم عملية الإتصال بالذاكرة

أما الشفرة 1111 المتبقية فسوف نخصصها لإخراج محتويات المرمك خارج المعالج ولذلك سنرمز لها بالرمز OUT أى إخراج output حيث سيكون الخط S7=0 فى هذه الحالة . شكل (6-14) يبين قائمة الأوامر بعد تعديلها لتتناسب عملية التوصيل للذاكرة وإضافة الأوامر الجديدة إليها .

إننا بعد دراسة هذا الفصل يجب أن نقف وقفة تفكير فى الفرق بين هذا المعالج الافتراضى وأى واحد من المعالج الحقيقى الذى درسناه فى الفصول السابقة . أسئلة كثيرة يمكن أن ترد هنا بعد دراسة الأشكال المختلفة والمتعددة التى رأيناها فى هذا الفصل . كيف سيكون شكل المعالج لو أننا رسمناه على أساس 8 بتات أو 16 أو حتى 32 بت ؟ وماذا لو جعلنا الشفرة الداخلة إلى محول الشفرات شفرة من 16 بت بدلا من الشفرة الرباعية ؟ وكيف سيكون شكل هذه الدائرة إذا أضفنا بعض العمليات الأخرى مثل عمليات دوران محتويات المسجل A إلى اليمين أو إلى اليسار وعمليات الإزاحة من اليمين أو اليسار وعمليات الضرب والقسمة ؟ كيف سيكون شكل هذه الدائرة لو أضفنا لهذه الوحدة بعض المسجلات عامة الأغراض التى تستخدم لأغراض التخزين وتبادل المعلومات مع المسجل A ؟

كيف سيكون شكل الدائرة لو أن الوحدة تتعامل مع ذاكرة لها 16 أو 32 خطاً من خطوط العناوين بدلاً من 4 كما افترضنا ؟ كل هذه أسئلة توضح مدى بساطة فكرة عمل المعالج ولكنها في نفس الوقت توضح مدى تعقيد تركيبه ومكوناته .

6-7 تمارين

1. دائرة نصف المجمع الموجودة في شكل (6-2) يمكن بناؤها باستخدام بوابات XOR ، وضح ذلك ؟
2. دائرة المجمع الكامل الموجودة في شكل (6-4) يمكن بناؤها باستخدام نصفى مجمع ، وضح ذلك ؟
3. هناك بعض الشرائح التي تعمل كمجمع ، اذكر واحدة من هذه الشرائح و اشرح طريقة عملها واختبرها معملياً ؟ استعن بكتاب data book دليل الشرائح .
4. يلعب المجمع الثنائى دوراً مهماً في تحويل عملية الطرح إلى عملية جمع ، وضح ذلك بالشرح ؟
5. ما هو دور وحدة الحساب والمنطق في المعالج ؟
6. هناك بعض الشرائح التي تعمل كوحدة حساب ومنطق ، اذكر واحدة من هذه الشرائح ، و اشرح طريقة عملها واختبرها معملياً ؟
7. شكل (6-9) يبين محول شفرات رباعية إلى سباعية ، ماذا يحدث لو استخدمنا محول شفرات خماسية إلى سباعية بدلاً منه ؟ اكتب قائمة العمليات الجديدة بعد العمليات الإضافية ؟
8. هل مسجل التراكم الموجود في شكل (6-11) يقوم بنفس دور مسجل التراكم في أى معالج من حيث أنه يكون طرفاً في أى عملية حسابية أو منطقية والنتيجة تخزن فيه ؟
9. ما مقدار الذاكرة التي يستطيع المعالج الافتراضى الموجود في شكل (6-13) أن يتعامل معها ؟ وكيف نزيد هذه الكمية ؟
10. لو أردنا إضافة مسجل أوامر للوحدة الموجودة في شكل (6-13) فأين يكون ، وضح ذلك ؟

الفصل السابع

أساسيات مواجهة المعالج

Fundamentals of Microprocessor Interfacing

7-1 مقدمة

مهمتان أساسيتان تستطيع عملهما باستخدام المعالج : المهمة الأولى هي أنك تستطيع برمجته لحل أى مشكلة إذا كان كل ما تطلبه هذه المشكلة هو البرمجة فقط (software) . المهمة الثانية التى تستطيع عملها باستخدام المعالج هي أنك تستطيع مواجهته مع بعض الدوائر الخارجية للوصول إلى الكثير من الأغراض والتى سنذكر منها اثنتين فقط على سبيل المثال لا الحصر:

1. تستطيع مواجهة المعالج مع بعض الدوائر الخارجية مثل دوائر الذاكرة وبوابات الإدخال وبوابات الإخراج لعمل حاسب شخصي للأغراض العامة مثل الحاسبات التى نراها كثيرا فى حياتنا اليومية والتى ما منها حاسب إلا قائم أساسا على معالج معين .

2. إنك تستطيع مواجهة المعالج مع بعض الشرائح الخارجية مثل شرائح الذاكرة وبوابات الإدخال والإخراج للحصول على نظام تحكم فى عملية صناعية معينة . لكى يتم التحكم فى أى عملية صناعية باستخدام المعالج (كالتحكم فى سرعة محرك مثلا) ليس من الضروري أن نضع بجوار هذه العملية كومبيوتر متكامل باهظ الثمن لإتمام عملية التحكم ولكننا نستطيع بناء دائرة مبسطة على كارت واحد مكونة من المعالج وعدد قليل من الشرائح الموصلة عليه لاستيفاء هذا الغرض وبأقل التكاليف الممكنة .

إننا فى هذا الفصل وقبل أن ندخل فى تفاصيل عملية مواجهة أى معالج مع الدوائر الخارجية سنحاول أولا التعرف على بعض الأساسيات الضرورية والتى يجب أن نأخذها فى الاعتبار قبل البدء فى عملية المواجهة مع أى معالج .

7-2 فصل خطوط المعالج

Buffering of microprocessor lines

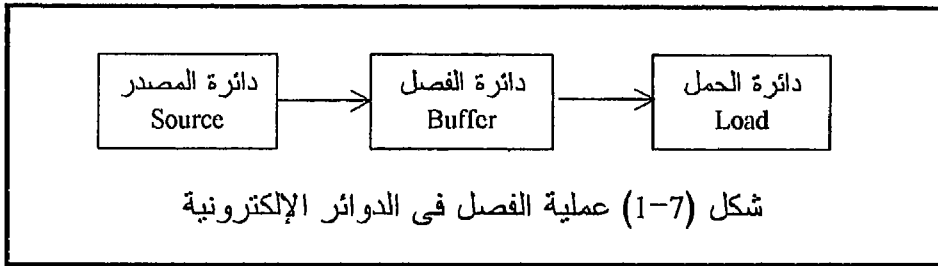
7-2-1 ماذا نعنى بكلمة فصل ؟

إن الفصل يكون عادة بين شيئين ينتج من اتصالهما المباشر بعض المشاكل ، لذلك فإننا نضع بينهما وسيطا يكون حلقة الوصل بين هذين الشيئين . وأقرب مثال على ذلك ما نسمعه فى عصرنا الحالى الملىء بالحروب عن وجود منطقة فاصلة بين القوتين المتحاربتين تتمركز فيها قوات محايدة تكون حلقة الوصل بين القوتين . هذا الموقف ينشأ فى الكثير من الدوائر الإلكترونية عند تحميل إحداها على الأخرى . ماذا يحدث لو أن الدائرة المصدر كانت غير قادرة على إدارة driving أو تشغيل الدائرة الحمل بسبب أن الدائرة الحمل تحتاج إلى الكثير من التيار الذى لا تستطيع الدائرة المصدر توفيره ؟ الذى يحدث هو أن جهد خرج

الدائرة المصدر يضمحل أو يتلاشى وبذلك تصبح الدائرة غير قادرة على إدارة الحمل . في هذه الحالة يكون الحل هو استخدام فاصل Buffer بين الدائرتين ويكون هذا الفاصل عبارة عن دائرة إلكترونية (وليس قوات أمم متحدة) تستطيع الدائرة المصدر إدارتها وتستطيع هي إدارة الدائرة الحمل ، ونؤكد هنا على أن الدائرة الفاصلة تكون دائرة يستطيع المصدر إدارتها وإلا فليس هناك أى معنى لاستخدامها كفاصل لأنها في هذه الحالة ستحتاج إلى فاصل . شكل (7-1) يبين عملية الفصل بين دائرتين باستخدام دائرة فصل .

7-2-2 متى نحتاج لفصل buffering خطوط المعالج ؟

من المعروف وكما سنرى فى الفصول القادمة أن جميع خطوط المعالج الخارجية منه توصل على الكثير من الدوائر أو الشرائح الإلكترونية على التوازي ، فمثلا خطوط العناوين توصل على العديد من شرائح الذاكرة سواء RAM أو ROM والعديد من بوابات الإدخال وبوابات الإخراج . جميع هذه الشرائح تعتبر أحمالا بالنسبة للمعالج عليه الوفاء باحتياجاتها من التيار ، فعندما يكون خط العنوان الخارج من المعالج High واحد فإن هذه الشرائح ستسحب تيارا معيناً من المعالج لابد وأن يستطيع توفيره ، وعندما يكون خط العنوان الخارج من المعالج low أى صفر فإن هذه الشرائح ستصرف تيارات معينة لابد وأن يكون المعالج قادراً على صرفها أو بلعها .

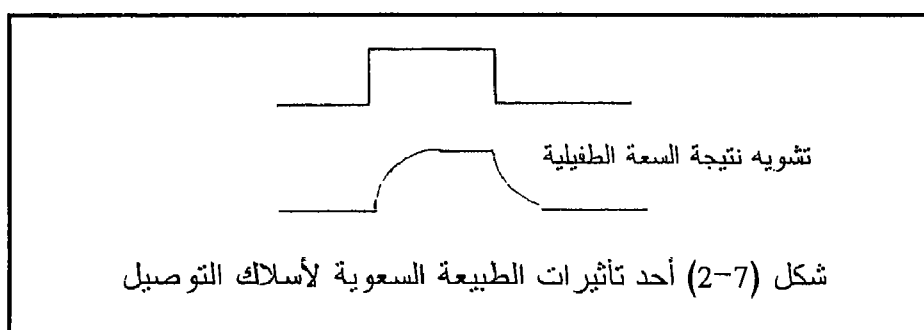


بتجميع هذه التيارات الداخلة والخارجة على الخطوط المتناظرة لجميع الشرائح الموصلة على المعالج يمكننا أن نعرف كم من التيار يجب على شريحة المعالج أن توفرها للشرائح الخارجية فى حالة high وكم من التيار يجب أن تستقبلها أو تصرفها sinking فى حالة low بعد حساب مجموع التيارات المطلوب توفيرها أو صرفها من المعالج يقوم المصمم بالنظر فى الكتلوج الخاص بشريحة المعالج لمعرفة هل يستطيع الوفاء بهذه الأغراض أم لا ؟ بناء على ذلك سيأخذ المصمم قراره بالحاجة إلى فاصل أم لا بناء على المواقف التالية :

1. إذا وجد المصمم أن احتياجات الأحمال من التيار ليست أقل مما يستطيع

المعالج توفيره وبكمية كافية كعامل أمان فإنه فى هذه الحالة لابد من اللجوء إلى استخدام فاصل buffer ، ويجب على المصمم ألا يضع نفسه فى المنطقة الحرجة كأن يهمل استخدام الفاصل إذا وجد أن التيارات التى تحتاجها الأحمال أقل أو تكاد تساوى ما يستطيع المعالج الوفاء به ، بل يجب عليه أن يعطى نفسه عامل أمان كافى لأن ذلك بالطبع سيؤثر على تشغيل الدائرة فيما بعد .

2. إذا كانت المسافة بين الحمل والمعالج طويلة بحيث سيحتاج الوضع لاستخدام أسلاك توصيل cables طويلة لإتمام عملية التوصيل ، فإنه فى هذه الحالة لابد من استخدام دائرة فصل عند الخروج من المعالج وقبل السلك . إن ذلك ناشئ من الطبيعة السعوية لسلك التوصيل ، فمثل هذه الأسلاك تكون لها سعة capacitance وهذه السعة قد تؤثر على شكل الموجة الخارجة من المعالج وتشوهها وبالذات فى مثل هذه التطبيقات التى تكون الموجات المربعة هى المستخدمة عادة وحيث تكون ترددات هذه الموجات عالية بحيث تتأثر بمثل هذه السعة الناشئة عن السلك . شكل (2-7) يبين موجة مربعة وقد حصل لها تشويه بسبب السعة الطفيلية parasitic capacitance للسلك . لذلك فإنه عامة نستطيع القول أنه إذا كان الحمل موجودا على كرت غير الكرت الذى عليه المعالج فإنه فى هذه الحالة يستحسن استخدام فواصل buffers على جميع المسارات بعد المعالج مباشرة .



3. هناك بعض المعالجات التى تستخدم فكرة المزج الزمنى time multiplexing بين مساراتها مثل المعالج 8085 الذى يستخدم الثمانية خطوط الأولى من مسار العناوين كمسار للبيانات أيضا بحيث أن هذه الخطوط تحمل إشارة عناوين لمدة معينة من الزمن ثم بعد ذلك تحمل إشارة بيانات كما سنرى ذلك بالتفصيل فى الفصل القادم . لمثل هذه المعالجات لابد من إجراء عملية عزل لإشارة البيانات وحدها لتكون على مسار خاص وإشارة العناوين وحدها لتكون على مسار آخر وذلك قبل توصيل الأحمال على هذه المسارات . إذا كان ذلك سيتم فإنه عادة

يستخدم شرائح تقوم بعملية عزل أو فصل للإشارات كل على مسار خاص وفي نفس الوقت تكون هذه الشرائح فواصل buffers تقي بأغراض الأحمال من التيارات .

الآن إذا تم أخذ القرار بأنه لابد من استخدام الفواصل فهناك بعض الملاحظات التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند اختيار الشريحة التي ستستخدم كفاصل لأن هناك الكثير من الشرائح التي تستطيع القيام بهذه المهمة :

1. بالطبع كما ذكرنا فإن الفاصل buffer الذي ستستخدمه لابد وأن يكون قادرا على الوفاء بالتزامات التيار المطلوبة للأحمال وإلا فلا فائدة من استخدامه .

2. لابد أن يكون المعالج يستطيع إدارة جميع الفواصل المركبة على خطوطه وإلا أيضا فلا فائدة من استخدامها .

3. يجب ألا تؤثر الفواصل على طبيعة الإشارة فهناك مثلا فواصل من طبيعتها أنها تعكس الإشارة (تجعل الواحد صفرا والصفر واحدا) لذلك يجب أن يؤخذ ذلك في الاعتبار إذا كانت مثل هذه الفواصل سوف تستخدم .

4. يجب أن يناسب الفاصل buffer طبيعة الإشارة التي ستمر من خلاله ، فهناك مثلا مسارات أحادية الاتجاه بمعنى أن الإشارة عليها تمر في اتجاه واحد فقط مثل مسار العناوين الذي تكون الإشارة عليه دائما من المعالج إلى الأجهزة الخارجية لذلك يجب على الفاصل أن يسمح بذلك ، كذلك فإن من طبيعة مسار البيانات أن الإشارة عليه تمر في كلا الاتجاهين من وإلى المعالج لذلك أيضا يجب على الفاصل المستخدم أن يأخذ ذلك في الاعتبار .

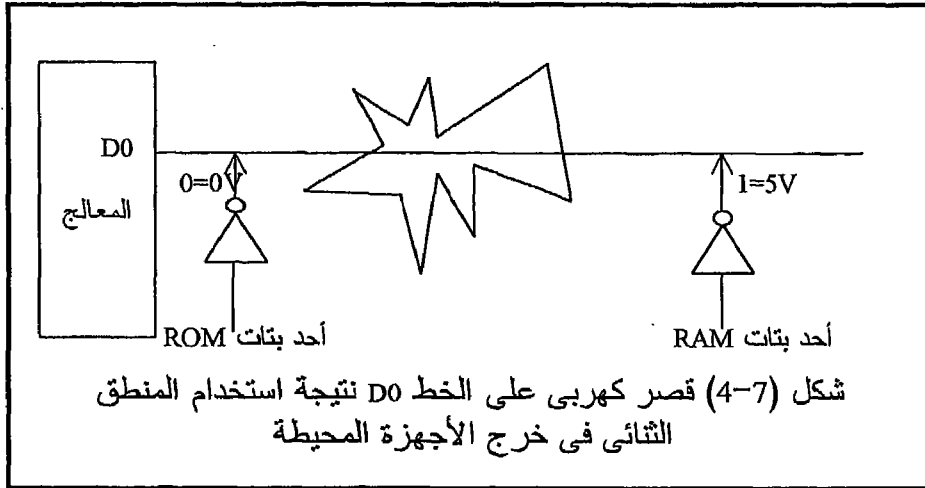
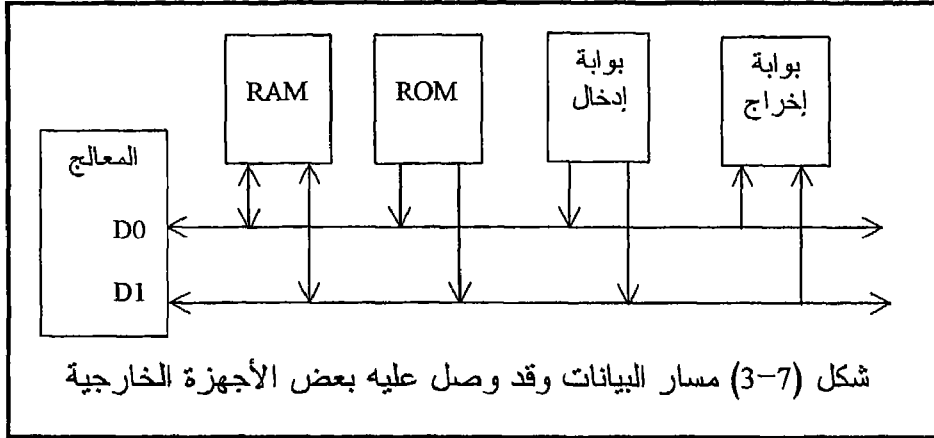
7-3 البوابات ثلاثية المنطق

Tristate logic gates

إن أى مسار من مسارات المعالج يكون عبارة عن مجموعة من الخطوط المتوازية التي أصلها ، أى تخرج من المعالج ، وموصل عليها على التوازي الكثير من الأجهزة الخارجية مثل شرائح RAM و ROM وبوابات الإدخال والإخراج . من هذه المسارات مسار البيانات الذي يتكون من ثمانية خطوط في بعض شرائح المعالجات التي ندرسها في هذا الكتاب . شكل (7-3) يبين هذا المسار خارجا من المعالج وقد وصل عليه الكثير من الأجهزة المحيطة .

في حالة المنطق الثنائي سنجد أن جميع هذه الأجهزة لابد وأن يكون خرجها إما صفرا أو واحدا . لذلك فإنه من الممكن أن يكون الخط D0 مثلا من مسار البيانات عليه صفرا من خرج ال RAM وفي نفس الوقت يكون عليه واحدا من خرج ال ROM ، وكما نعلم فإن الواحد المنطقي في نظام ال TTL يعنى جهدا أكثر من 2.4 فولت والصفر المنطقي يعنى جهدا أقل من 0.4 فولت ووجود هذين

الجهدين على نفس الخط وفي نفس الوقت يعنى قصر كهربى short circuit مما سينتج عنه تخریب لمرحلة الخرج فى أحد الجهازين إن لم يكن كليهما . شكل (4-7) يبين خط البيانات D0 وقد حدث عليه هذا القصر short circuit نتيجة توصيل الجهازين اللذين خرجهما عبارة عن مرحلة ثنائية المنطق التى تكون إما صفر أو واحد .

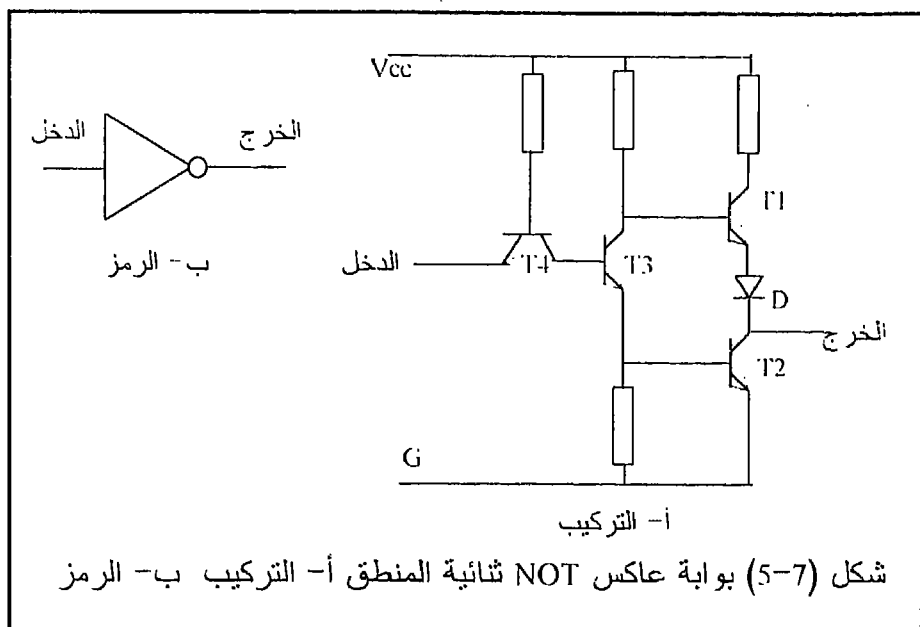


الآن ما هو الحل لهذه المشكلة ؟

إن هذه المشكلة يمكن أن نتلاشى إذا استخدمنا فى مرحلة خرج هذه الأجهزة بوابات ثلاثية المنطق بدلا من البوابات ثنائية المنطق التى نتجت عنها هذه المشكلة . لكى نفهم تركيب البوابات ثلاثية المنطق سناخذ نظرة سريعة على

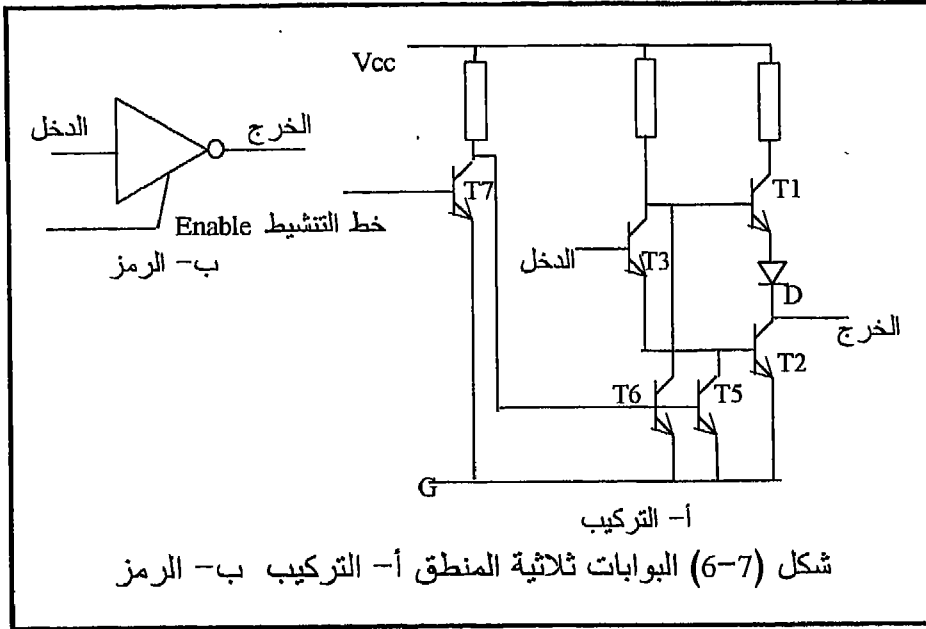
تركيب البوابات ثنائية المنطق ولكن قبل ذلك يجب أن نعى جيدا أن هذه المشكلة مصاحبة فقط للأجهزة التي تقوم بإدخال معلومات إلى المعالج من خلال مسار البيانات مثل بوابات الإدخال وال RAM وال ROM ، وأما الأجهزة التي تستقبل معلومات من المعالج مثل بوابات الإخراج فلا تعاني من هذه المشكلة .

1-3-7 بوابات المنطق الثنائي Double state logic gates



شكل (5-7) يبين تركيب ورمز بوابة من البوابات ثنائية المنطق وهى بوابة NOT . هذه البوابة دائما يكون خرجها إما واحدا أو صفرا على حسب حالة الدخل . إذا كان الدخل يساوى واحدا H فإن الترانزستور T4 يكون مجمعه H وبالتالي فإن T3 يكون ON ويكون باعته H مما يجعل T2 يكون ON وبالتالي فإن الخرج يكون موصلا إلى الأرضى أى يكون الخرج صفرا فى هذه الحالة. لاحظ أن T1 فى هذه الحالة يكون OFF أى غير موصلا ولذلك فإن الخرج يكون معزولا من مصدر الجهد Vcc . إذا كان الدخل صفرا L فإن مجمع T4 يكون L وبالتالي T3 يكون OFF مما يجعل T2 يكون OFF وبالتالي T1 يكون ON وعلى ذلك فإن الخرج فى هذه الحالة يكون متصلا بمصدر الجهد Vcc ويكون واحدا أى H وفى نفس الوقت ينفصل عن الأرضى .

2-3-7 البوابات ثلاثية المنطق Tristate logic gate

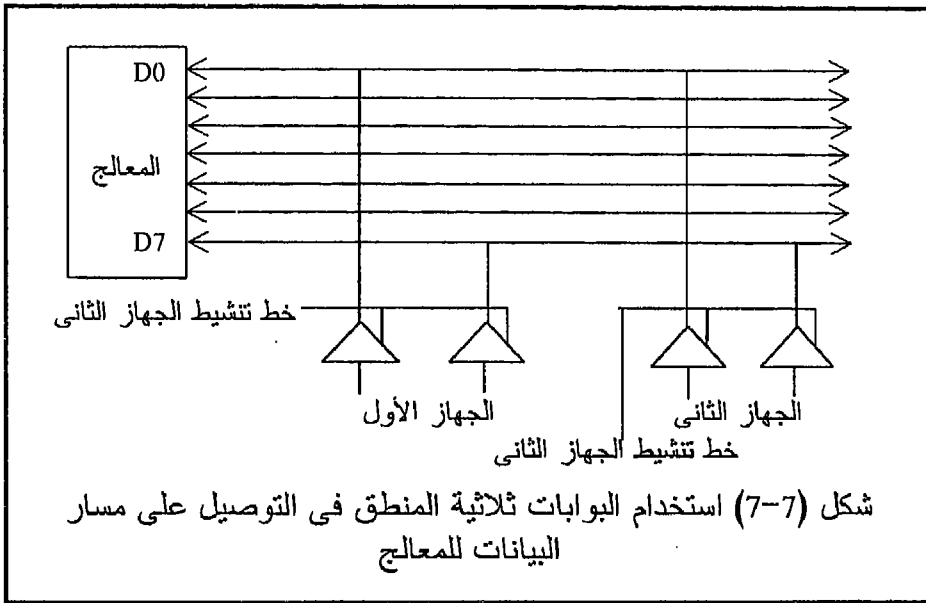


تتميز البوابة ثلاثية المنطق أن لها طرفا ثالثا خاصا بالتحكم في الخرج بحيث إذا كان هذا الطرف فعالا فإن البوابة ثلاثية المنطق تسلك نفس مسلك البوابة ثنائية المنطق تماما ، وأما إذا كان طرف التحكم غير فعال أو خامل فإن خرج البوابة ثلاثية المنطق يأخذ حالة جديدة غير معروفة في البوابات ثنائية المنطق وهي أن الخرج لا يكون صفرا ولا واحدا وإنما يكون مفتوحا open circuit أو مقاومة عالية جدا high impedance .

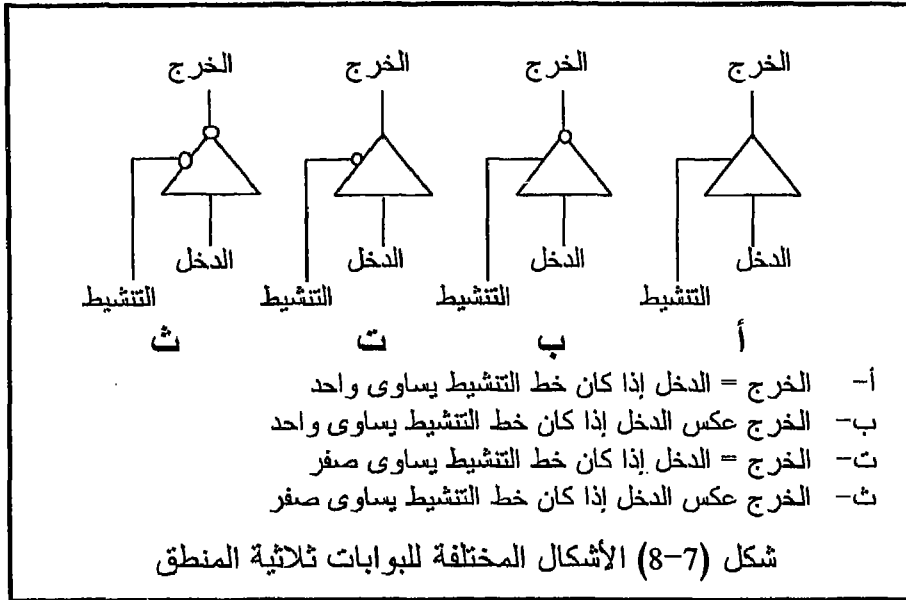
شكل (6-7) يبين الدائرة الإلكترونية والرمز المستخدم لمرحلة خرج بوابة ثلاثية المنطق وقد تم التحكم فيها عن طريق خط التنشيط enable . لاحظ أن مرحلة الخرج هذه هي نفسها مرحلة الخرج التي تم شرحها في شكل (5-7) ولكن مضاف عليها الترانزسترات T5, T6, T7 التي تعمل كمفاتيح يتم التحكم فيها عن طريق خط التنشيط enable . فإذا كان خط التنشيط عاليا H فإن T7 يكون ON مما يجعل T5, T6 كل منهما يكون OFF وبالتالي فإن البوابة تعمل كبوابة ثنائية المنطق مثل التي شرحت سابقا في شكل (5-7) بحيث إذا كان الدخل H فإن الخرج يكون L والعكس . أما إذا كان خط التنشيط خاملا L فإن T7 يكون OFF مما يجعل T5, T6 كل منهما يكون ON وبالتالي فإن كلا من T1, T2 يكون OFF وبالتالي فإن الخرج يكون غير موصل لا على الأرضى ولا على الجهد Vcc ولكن يكون كما لو كان مفتوحا open circuit أو مقاومة عالية.

السؤال الآن كيف ستستخدم البوابات ثلاثية المنطق فى الحماية من القصر الكهربى short circuits الذى يحدث بسبب توصيل أكثر من جهاز على نفس خطوط المسارات كما أوضحنا فى شكل (7-4) ؟

إن جميع الأجهزة التى ستوصل على مسار البيانات للمعالج يجب أن تكون مرحلة الخرج فيها عبارة عن بوابات ثلاثية المنطق وعن طريق خطوط التنشيط لكل جهاز فإن المعالج سيجعل جميع الأجهزة فى حالة خمول أى أن خرجها سيكون كما لو كان غير موصل على المسار إلا جهازا واحدا فقط وهو الجهاز الذى يتعامل معه المعالج فى تلك اللحظة . أى أنه نتيجة استخدام هذا النوع من البوابات فلن يكون هناك غير جهاز واحد فقط هو الفعال فى أى لحظة وهو الذى يتعامل معه المعالج وهو الذى سيكون موصلا على مسار البيانات وأما بقية الأجهزة فستكون منفصلة عن مسار البيانات نتيجة أن خط التنشيط الخاص بها غير فعال . شكل (7-7) يبين عملية توصيل أكثر من جهاز على مسار البيانات باستخدام البوابات ثلاثية المنطق .



شكل (7-8) يبين الأنواع المختلفة للبوابات ثلاثية المنطق . هناك مثلا البوابات التى يكون خرجها مثل دخلها تماما إذا كان خط التنشيط فعالا ، كما أن هناك البوابات التى يكون خرجها عكس دخلها إذا كان خط التنشيط فعالا . هناك أيضا البوابات التى يكون خط تنشيطها فعالا عندما يكون صفرا ، وأخرى يكون خط تنشيطها فعالا عندما يكون واحد . مهمتك أنت كمصمم هى اختيار البوابة المناسبة للتطبيق الذى تستخدمه .

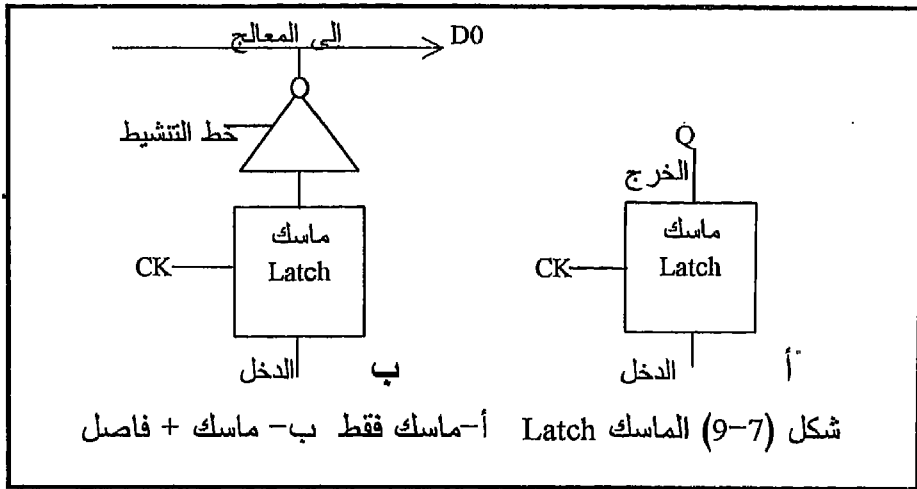


4-7 الماسك Latch

فى بعض التطبيقات تتطلب عملية الفصل استخدام مكونات لها خاصية مسك المعلومة على خرجها بالرغم من فقدان هذه المعلومة على الدخل . إن البوابات ثلاثية المنطق ليست لها هذه الخاصية لأنها طالما أن خط التشيط فعال تكون هناك معلومات معينة على الخرج وبمجرد أن يكون خط التشيط غير فعال فإن المعلومة التى على الخرج تفقد تماما . إن الماسك عبارة عن قلاب flip flop . وغالبا ما يكون من النوع D بحيث أن المعلومة التى على طرف الدخل D تنتقل إلى الخرج Q بعد وجود نبضة على طرف التزامن CK . تظل المعلومة الموجودة على الخرج كما هى لا تتغير حتى لو تغير الدخل D طالما أنه لم تعط أى نبضة تزامن أخرى ، لذلك فإننا نقول إن المعلومة قد مسكت على الخرج .

شكل (7-9 أ) يبين مثل هذا الماسك . هناك أيضا الكثير من التطبيقات (أجهزة إدخال البيانات إلى المعالج مثلا) كما سنرى والتى تتطلب وجود بوابة ثلاثية المنطق بعد الماسك لتكون بمثابة فاصل بين مسار البيانات وخرج الماسك وذلك لأن الماسك وحده لا نستطيع توصيله على مسار البيانات مباشرة لأن خرجيه يأخذ أحد الحالتين فقط إما الصفر أو الواحد أى ثنائى المنطق . ولذلك فإنه عادة يوضع بعد الماسك بوابة ثلاثية المنطق بحيث يوصل خرج الماسك على مسار البيانات فقط عندما يكون خط تشيط البوابة ثلاثية المنطق فعالا . شكل (7-9ب)

يبين دائرة ماسك متبوعة ببوابة ثلاثية المنطق .



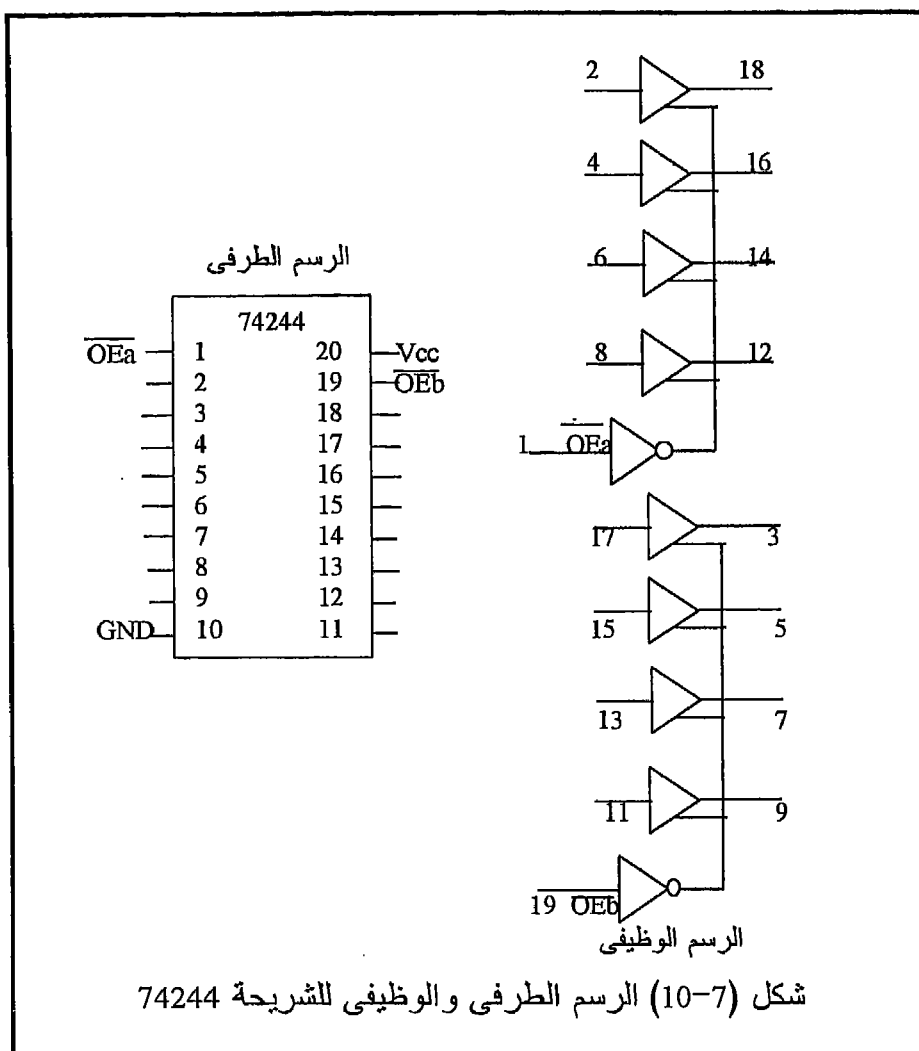
5-7 بعض الشرائح التي تستخدم في فصل المسارات

سنعرض في هذا الجزء لمكونات بعض الشرائح التي يمكن استخدامها في عملية عزل المسارات ويجب أن نؤكد على أنه ليست هذه فقط هي الشرائح المتاحة ولكن هناك الكثير غيرها يمكن استخدامه ، فقط مطلوب قراءة كتالوجات هذه الشرائح وفهمها قبل البدء في استخدامها .

7-5-1 الشريحة 74244 عازل ثمانى ثلاثى المنطق أحادى الاتجاه

بالنظر إلى الرسم الوظيفي والطرفي الموضحان في شكل (7-10) يتضح لنا كيفية عمل هذه الشريحة . لاحظ أيضا أن هذه الشريحة أحادية الاتجاه ، أى أن الإشارة يمكن أن تمر فيها في اتجاه واحد فقط على عكس الشريحة 74245 التي سيأتى شرحها . هذه الشريحة تحتوى على ثمانى بوابات ثلاثية المنطق مقسمة إلى مجموعتين ، المجموعة الأولى مكونة من 4 بوابات لها خط التنشيط الخاص بها على الطرف رقم 1 والمجموعة الثانية مكونة من الأربع بوابات الأخرى والتي لها خط تنشيط خاص بها هي الأخرى على الطرف رقم 19 . لاحظ أن خطوط التنشيط (1 و 19) تكون فعالة عندما تكون صفرا ، ولذلك فقد تم وضع شرطة فوق اسم كل منها (\overline{OEa} و \overline{OEb}) . كما نعلم عن البوابات ثلاثية المنطق فإنه طالما أن خط التنشيط فعال (صفر في هذه الحالة) فإن الموجود على دخل

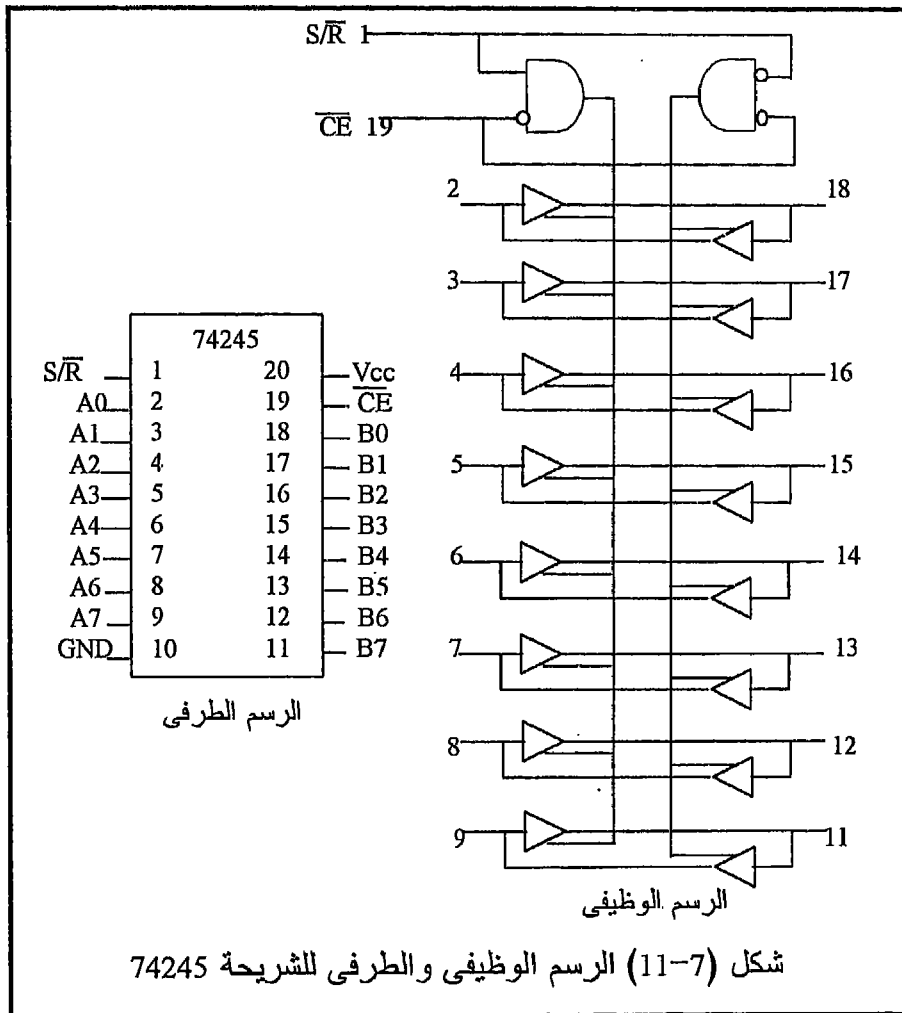
هذه الشريحة ينتقل إلى خرجها . إن هذه الشريحة تصلح فقط لعزل خطوط مسار عناوين وذلك لأن الإشارة التي على هذا المسار تكون دائما خارجة من المعالج إلى الأجهزة المحيطة ولا تأخذ الاتجاه العكسي على الإطلاق .



2-5-7 الشريحة 74245 عازل ثنائي ، ثلاثي المنطق ، ثنائي الاتجاه

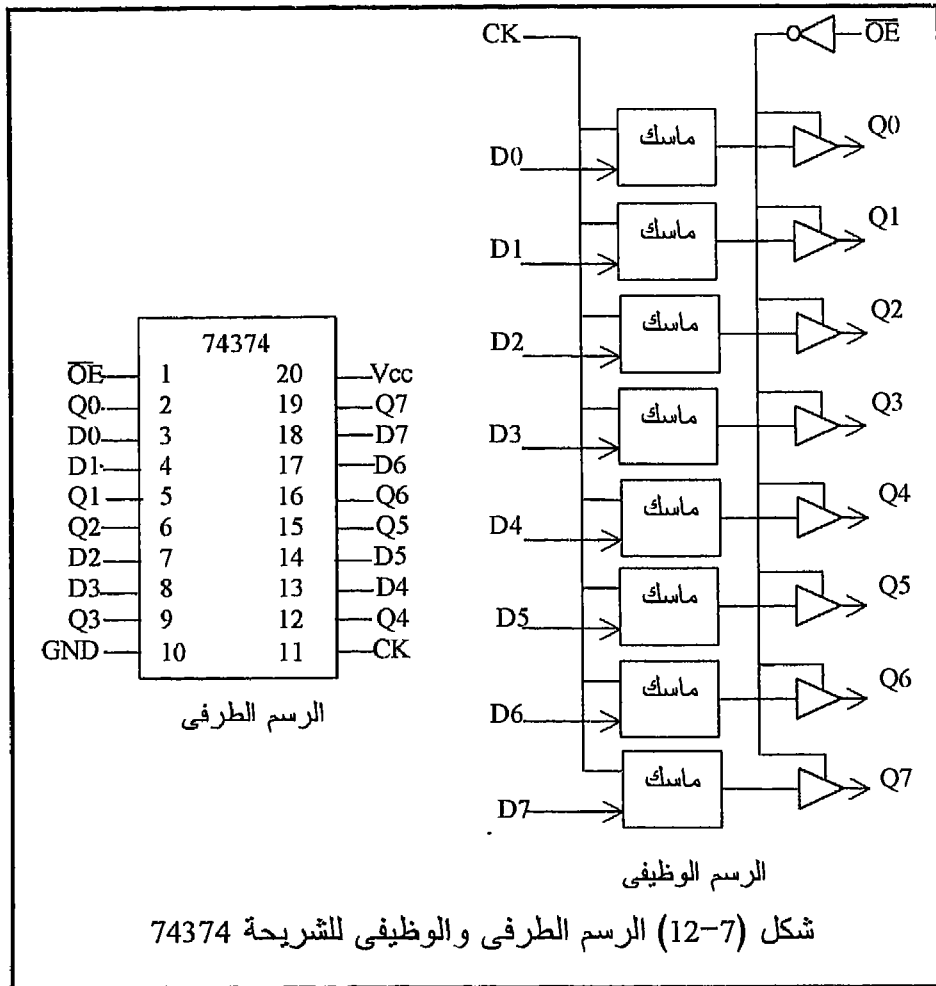
هذه الشريحة عبارة عن عازل buffer ثنائي ، الاتجاه أى يمكنها إرسال واستقبال المعلومات ، وخرجها ثلاثي المنطق غير عاكس ولها خط تحكم فى الاتجاه وهو

الطرف رقم 1 . الطرف رقم 19 هو خط تنشيط أو فعالية الشريحة الذى يكون فعال عندما يكون صفر Chip Enable, CE . شكل (7-11) يبين الرسم الطرفى والوظيفى للشريحة . عندما يكون الطرف 19 فعالا (صفر) فإن الشريحة تكون نشطة ، وعندما يكون هذا الطرف خاملا (واحد) فإن الشريحة تكون خاملة ولا تعمل . الطرف 1 يتحكم فى اتجاه البيانات خلال الشريحة . فعندما يكون هذا الطرف واحد فإن الإشارات تمر فى الاتجاه من A إلى B ، وأما إذا كان هذا الخط صفر فإن الإشارة تمر فى الاتجاه من B إلى A . لذلك فإن هذه الشريحة مناسبة جدا لفصل خطوط مسار البيانات كما سنرى .



7-5-3 الشريحة 74374 عازل ماسك ذو ثمانى بتات

تحتوى هذه الشريحة على ثمانية قلابات من النوع D كلها موصلة على نفس طرف التزامن CK وهو الطرف رقم 11 فى الشريحة . عند إعطاء نبضة تزامن على هذا الطرف تنتقل الإشارة الموجودة على جميع أطراف الدخل D إلى الخرج المناظر Q ، وتظل هذه الإشارة ممسوكة على الخرج طالما لم يتم إعطاء أى نبضات تزامن أخرى . كل واحد من هذه القلابات موصل على بوابة ثلاثية المنطق تسمح بمرور الإشارة إلى أطراف الخرج عندما يكون طرف التنشيط (الطرف 1) \overline{OE} فعالا (صفر) . سنرى بعد قليل كيفية استخدام هذه الشريحة فى فصل مسار العناوين للمعالج 8085 بالذات لطبيعة مساراته . شكل (7-12) يبين الرسم الطرفى والوظيفى لهذه الشريحة .



الفصل الثامن

فصل مسارات المعالجات

Buffering of Microprocessor Buses

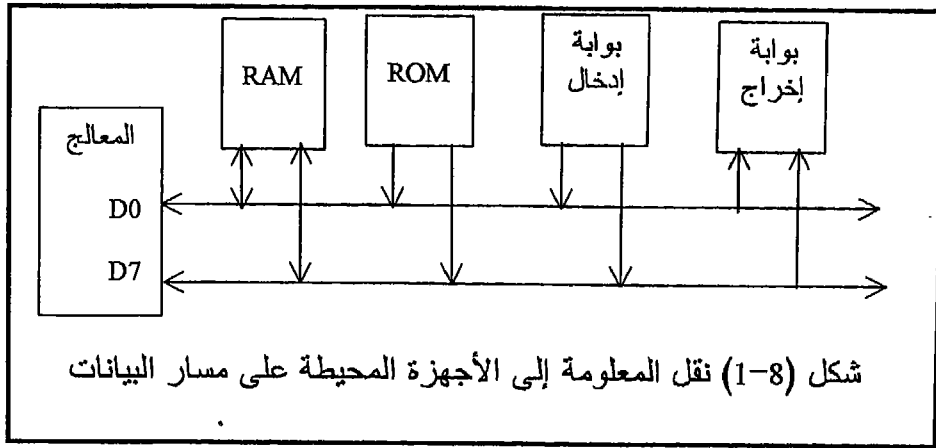
8-1 مقدمة

كما رأينا فى الفصل السابق فإن أى مسار bus يكون عبارة عن مجموعة من الخطوط المتوازية والتي عليها يمكن نقل معلومات أو إشارات من مكان لآخر . عادة تكون هذه المعلومات أو البيانات خارجة من مصدر معين وقاصدة إلى هدف آخر . بعض هذه المسارات يكون أحادى الاتجاه مثل مسار العناوين الذى دائما يحمل إشارات من المعالج إلى الأجهزة المحيطة ، والبعض الآخر يكون ثنائى الاتجاه مثل مسار البيانات الذى تكون عليه الإشارة خارجة من المعالج إلى الأجهزة المحيطة فى أزمنة معينة أو العكس من الأجهزة المحيطة إلى المعالج فى أزمنة أخرى . إن الهدف من عملية مواجهة المعالج مع الأجهزة المحيطة هو توفير الوسائل التى يستطيع بها المعالج التخاطب مع هذه الأجهزة ونعنى بكلمة التخاطب إرسال واستقبال معلومات أو إشارات إلى ومن هذه الأجهزة . شكل (8-1) يبين شريحة معالج وقد خرج منها مسار للبيانات إلى جميع الأجهزة المحيطة ، فهل هذا يكفى لحل جميع مشاكل عملية المواجهة ؟ كمثال على الأجهزة المحيطة نرى فى هذا الشكل بوابة إدخال وبوابة إخراج وذاكرة قراءة وكتابة RAM وذاكرة قراءة فقط ROM . لاحظ فى هذا الشكل أن المعالج كما لو كان بنكا أو دكانا للمعلومات وجميع الأجهزة المحيطة تريد التعامل معه من خلال مسار البيانات .

عند مواجهة (توصيل) المعالج مع أى جهاز من الأجهزة المحيطة تنشأ مشكلتان يجب التغلب عليهما وهما كما يلى :

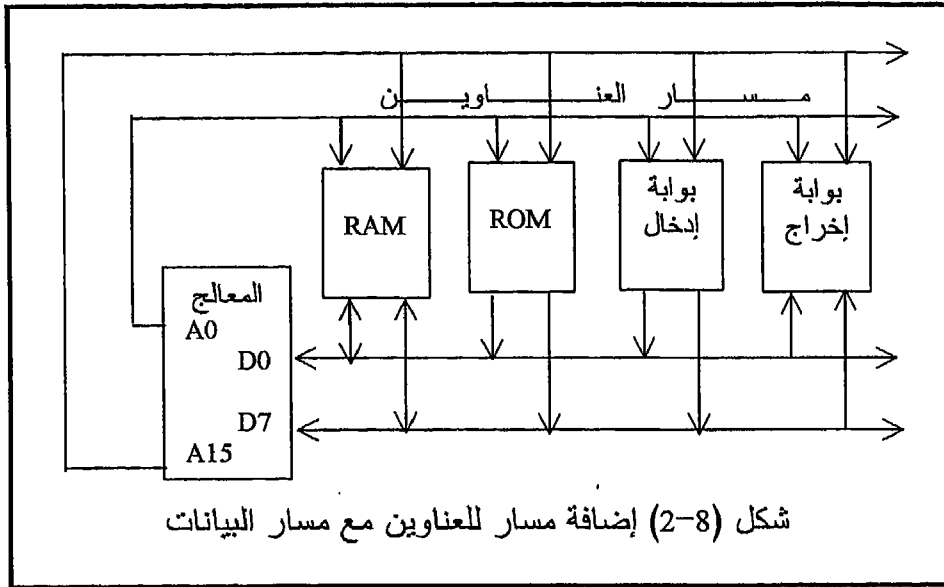
أولاً: يجب التأكد من أنه فى أى لحظة لا يتم نقل أى معلومة إلا لجهاز واحد فقط ، أى أنه عندما يكون المعالج فى حالة اتصال (مخاطبة) مع أى جهاز من الأجهزة المحيطة فإنه يكون على اتصال بهذا الجهاز فقط دون الأجهزة الأخرى . فمثلا نريد أن نضمن أنه عندما سيرسل المعالج معلومة إلى أى بوابة إخراج فلن هذه المعلومة لن تذهب أيضا إلى أى بايت من بايتات ال RAM .

ثانياً: المشكلة الثانية هى أنه يجب التأكد من أنه عند اتصال المعالج بأى واحد من الأجهزة المحيطة فإن الأجهزة الأخرى لن تشوش أو تتداخل فى عملية الاتصال . فمثلا عندما يريد المعالج أن يقرأ معلومة من ال RAM فإننا نريد أن نضمن أن ال ROM أو أى بوابة إدخال لن تتدخل وترسل هى الأخرى معلومات إلى المعالج بحيث يحدث فى هذه الحالة ما يسمى بتصادم للمعلومات على مسار البيانات وقد أشرنا لذلك فى الفصل السابق فى معرض حديثنا عن البوابات ثلاثية المنطق .

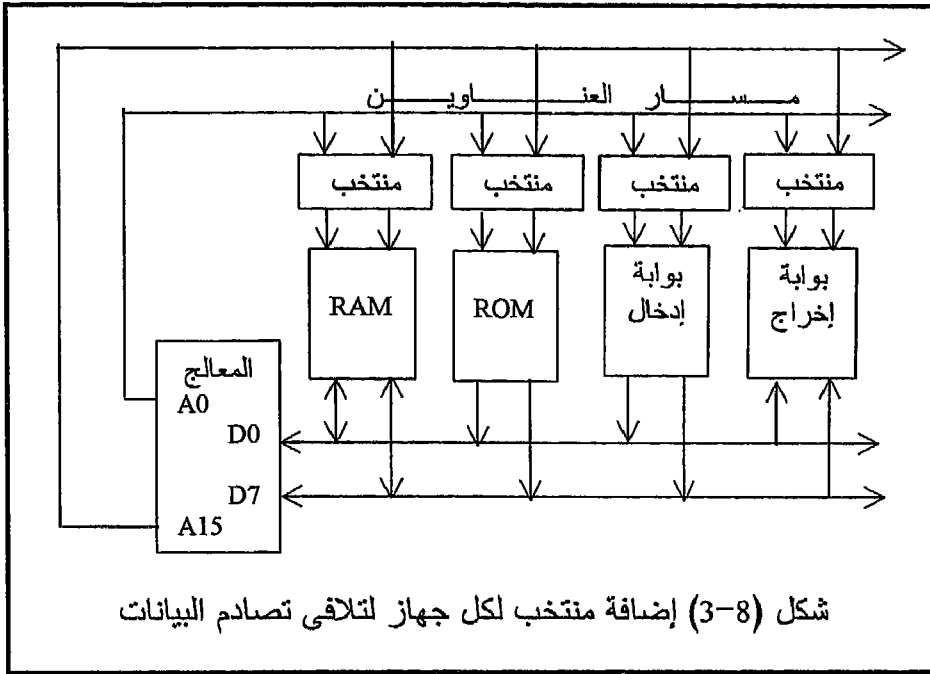


2-8 لماذا مسار العناوين ؟

إن المشكلة الأولى وهي مشكلة ضمان الاتصال أو التعامل مع جهاز واحد فقط يمكن التغلب عليها عن طريق استخدام مسار للعناوين بحيث يكون لكل جهاز من الأجهزة المحيطة عنوانا خاصا به يتم إخراجها على مسار العناوين من المعالج ولا يتعرف على هذا العنوان إلا الجهاز المعنى به فقط فيصبح هذا الجهاز (الذى تعرف على عنوانه) فى حالة نشاط أو فعالية فيستقبل المعلومة الموجودة على مسار البيانات . وأما جميع الأجهزة الأخرى التى لم تتعرف على العنوان فإنها تكون خاملة ويتم منعها من التعامل مع مسار البيانات ، لذلك ظهرت الحاجة إلى مسار للعناوين بجانب مسار البيانات . شكل (2-8) يبين مسار العناوين وقد أضيف إلى النظام الموجود فى شكل (1-8) . عادة يتكون مسار العناوين من عدد معين من الخطوط ويتم تحديد هذا العدد عن طريق مصمم (صانع) شريحة المعالج . هذا المسار سيعمل إشارة ثنائية (وحايد وأصفار) وكل إشارة تمثل شفرة أو كودا لعنوان واحد من الأجهزة المحيطة التى يستطيع المعالج التعامل معها . لذلك فإن عدد هذه الأجهزة يساوى اثنين أس عدد الخطوط الموجودة فى مسار العناوين ، فلو كان مثلا عدد خطوط مسار العناوين يساوى ستة خطوط فإن عدد الأجهزة سيكون 64 جهازا (2⁶) . إن بعض شرائح المعالجات التى سنتعامل معها فى هذا الكتاب يحتوى مسار العناوين فيها على 16 خطا أو 16 بت ، ولذلك فإنها تستطيع التعامل مع 2¹⁶ أى 65536 جهازا أو عنوانا من الأجهزة المحيطة بين بوابات إدخال وبوابات إخراج وبايتات ذاكرة كل منها له العنوان الخاص به والمكون من 16 بت .



كما رأينا فإن نظام العنونة (كما في شكل (2-8) والذي سيأتى تفصيله فيما بعد) قد حل المشكلة الأولى وهى مشكلة ضمان عدم تعامل المعالج مع أكثر من واحد من الأجهزة المحيطة . أما المشكلة الثانية وهى عدم التداخل بين الأجهزة المحيطة على مسار البيانات أو عدم تصادم المعلومات على نفس المسار فهذه قد أوضحنا فى الفصل السابق أن سببها يرجع إلى استخدام البوابات ثنائية المنطق فى مراحل خرج الأجهزة المحيطة ، ولقد أوضحنا فى الفصل السابق أيضاً أن حل هذه المشكلة يكون عن طريق استخدام البوابات ثلاثية المنطق فى مراحل خرج هذه الأجهزة بحيث عندما يريد المعالج التعامل مع أى جهاز فإنه يقوم بتنشيط خط التحكم فى مرحلة خرج هذا الجهاز فقط وأما باقى الأجهزة الموصلة على مسار البيانات فتكون خاملة أو كما لو كانت غير موصلة على مسار البيانات open circuit . شكل (3-8) يبين عملية توصيل الأجهزة المحيطة مع المعالج وقد استخدم منتخب أو فاكك أو محلل شفرة ملحق بكل جهاز بحيث يصبح خرج هذا المحلل فعالاً إذا كان العنوان الموجود على مسار العناوين مطابقاً تماماً للعنوان الذى صمم من أجله هذا المحلل ، حيث فى هذه الحالة يكون هذا هو الجهاز الوحيد الذى سيتعامل مع المعالج . إن عملية تصميم منتخب أو محلل شفرة لكل جهاز من الأجهزة المحيطة سنتعرف عليها بالتفصيل فى الفصول القادمة فى معرض الحديث عن مواجهة الذاكرة وبوابات الإدخال والإخراج .



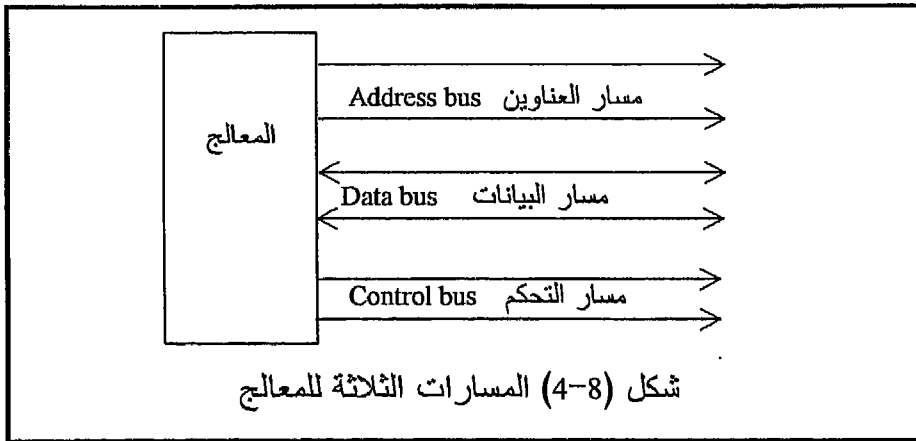
3-8 لماذا مسار التحكم ؟

افترض مثلاً أن المعالج يريد كتابة (إرسال) المعلومة أو الرقم 55H إلى الباييت التي عنوانها E100H ، فماذا سيفعل المعالج على ضوء معرفتنا بوظيفة كل من مسار العنوانين والبيانات ؟ إن المعالج لكي يقوم بهذه المهمة فإنه سيضع العنوان E100H على مسار العنوانين وبذلك تصبح شريحة الذاكرة التي تحتوى هذه الباييت نشطة وعلى استعداد للتعامل مع المعالج ، عند ذلك يقوم المعالج بوضع المعلومة 55H على مسار البيانات فتتلقاها الباييت المعنية وتسجل فيها . المشكلة هنا هي أن المعالج عندما قام بتنشيط شريحة الذاكرة التي تحتوى هذه الباييت لم يخبر الشريحة عما إذا كان سيرسل إليها معلومات أم سيستقبل منها ، أى هل سيكتب فيها أم سيقراً منها . لذلك كان من الضروري أن يكون هناك خط تحكم يخرج من المعالج يخبر الجهاز الذى سيتعامل معه المعالج عن الهدف من هذا التعامل ، هل هو بغرض القراءة أم بغرض الكتابة . مثل هذا الخط وخطوط أخرى تجمع تحت اسم مسار التحكم control bus وعدد الخطوط فى هذا المسار يختلف من معالج لآخر . سنذكر هنا أهم أربعة خطوط تحكم وسنترك الباقي

للكلام عنه في مواضع استخدامه .

من خطوط التحكم ما يلي :

1. خط قراءة الذاكرة memory read, MEMR وهذا الخط يقوم المعالج بتنشيطه في حالة القراءة من الذاكرة (RAM أو ROM) .
 2. خط الكتابة في الذاكرة memory write, MEMW وهذا الخط يقوم المعالج بتنشيطه في حالة الكتابة في الذاكرة (RAM) .
 3. خط قراءة بوابة إدخال input port read, IOR وهذا الخط يكون فعالا عندما يكون المعالج في حالة استقبال معلومات من بوابة إدخال .
 4. خط كتابة في بوابة إخراج output port write, IOW وهذا الخط يكون فعالا عندما يكون المعالج في حالة إرسال للمعلومات إلى بوابة إخراج .
- لاحظ أن واحد فقط من هذه الخطوط (خطوط التحكم) يكون فعالا في أى لحظة وباقي الخطوط تكون خاملة ولذلك فإن تسمية هذه المجموعة من الخطوط بالمسار تعتبر تسمية مجازية ومن الصواب أن تسمى خطوط التحكم فقط ولكن جرى العرف على إطلاق اسم مسار التحكم عليها . شكل (4-8) يبين شريحة معالج وقد خرج منها المسارات الثلاثة : العناوين والبيانات والتحكم . لاحظ أن عدد خطوط مسار العناوين 16 خطا في بعض المعالجات التي تدرسها في هذا الكتاب (وهي المعالجات ذات 8 بت) وسيصل عدد خطوطه إلى 32 بت كما سنرى في المعالجات الحديثة . وكذلك عدد خطوط مسار البيانات 8 خطوط في المعالجات ذات 8 بت وسيصل إلى 32 أيضا كما سنرى . أما عدد خطوط مسار التحكم فلم يكتب في شكل (4-8) لأن هذا العدد كما أشرنا يختلف من معالج لآخر .



8-4 تهيئة مسارات المعالج 8085 لعملية المواجهة

X1	1	40	Vcc
X2	2	39	HOLD
Reset out	3	38	HLDA
SOD	4	37	CLK OUT
SID	5	36	Reset in
TRAP	6	35	READY
RST7.5	7	34	IO/M
RST6.5	8	33	S1
RST5.5	9	32	\overline{RD}
INTR	10	31	\overline{WR}
\overline{INTA}	11	30	ALE
AD0	12	29	S0
AD1	13	28	A15
AD2	14	27	A14
AD3	15	26	A13
AD4	16	25	A12
AD5	17	24	A11
AD6	18	23	A10
AD7	19	22	A9
Vss	20	21	A8

شكل (8-5) أطراف الشريحة 8085

إذا ألقينا نظرة فاحصة على أطراف الشريحة 8085 كما فى شكل (8-5) فى محاولة للتعرف على المسارات المختلفة لهذا المعالج لوجدنا الآتى :

1. مسار العناوين يمكن التعرف على 8 خطوط فقط منه وهى الخطوط A8 إلى A15 أما باقى الخطوط فليست موجودة بالصورة المباشرة .
 2. مسار البيانات أيضا من الصعب التعرف عليه بالصورة المباشرة .
 3. ماذا تعنى الخطوط AD0 إلى AD7 هل هى خطوط لمسار العناوين أم لمسار البيانات؟
 4. خطوط التحكم كما عرفناها مسبقا ليست موجودة أيضا بالصورة المباشرة ، ولكن الموجود هو الخطوط \overline{RD} و \overline{WR} فهل هذه الخطوط لها علاقة بخطوط القراءة من الذاكرة \overline{MEMR} والكتابة فى الذاكرة \overline{MEMW} التى تكلمنا عنها فى معرض الحديث عن مسار التحكم ؟
- جميع هذه الأسئلة وزيادة سنجيب عنها فى هذا الجزء فى محاولة للحصول على

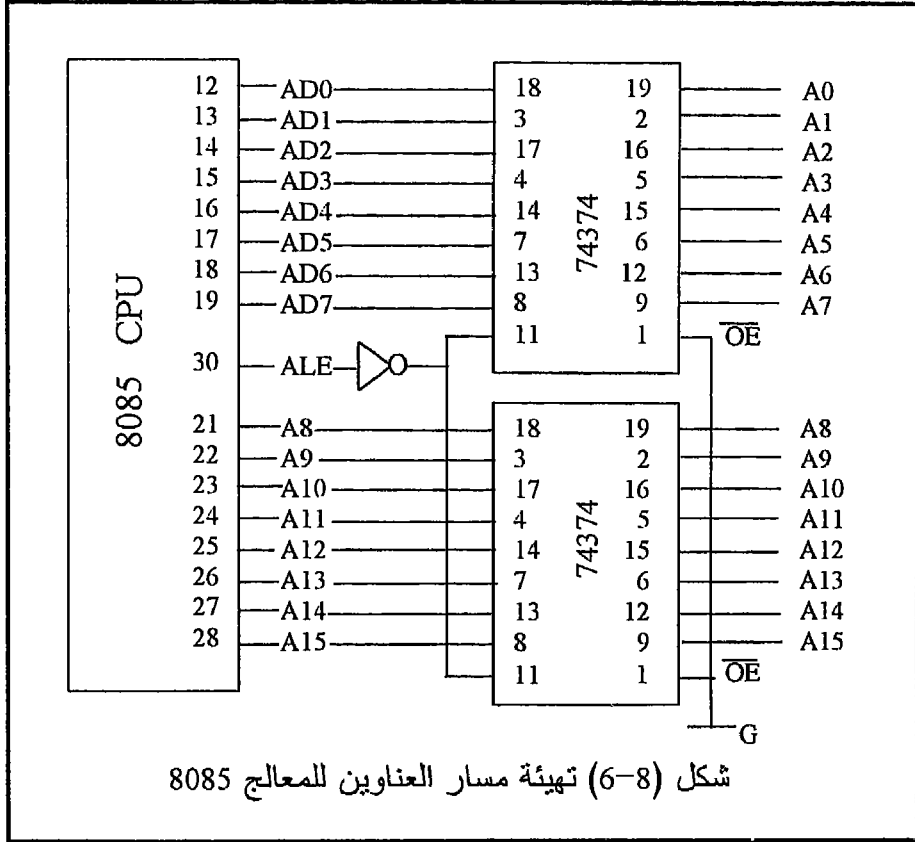
المسارات الثلاثة في الصورة المباشرة والملائمة لعملية توصيل هذا المعالج مع الأجهزة المحيطة .

8-4-1 مسار عناوين للمعالج 8085

تختلف الشريحة 8085 عن الكثير من الشرائح من حيث أن كل من مسار العناوين والبيانات يستخدمان نفس الخطوط AD0 إلى AD7 في عملية مشاركة زمنية time multiplexing بحيث أن الإشارة الموجودة على هذه الخطوط تكون إشارة عناوين في بداية كل دورة أمر ثم تكون بعد ذلك إشارة بيانات . أى أن الإشارة الموجودة على الخطوط AD0 إلى AD7 تمثل عنوان للحظة وجيزة في بداية كل دورة أمر ثم تختفي إشارة العنوان وتصبح الإشارة الموجودة هي إشارة بيانات ، ولذلك فإننا لو استطعنا مسك إشارة العناوين أثناء هذه اللحظة على ماسك لحصلنا على العنوان بالكامل A0 إلى A15 . السؤال هنا هو: هل هناك وسيلة لمعرفة متى تكون الإشارة على هذه الخطوط الثمانية AD0 إلى AD7 تمثل عناوين ومتى تمثل بيانات ؟ لقد أجاب البروسيسور 8085 على هذا السؤال وأعطانا الخط ALE على الطرف 30 والذي عن طريقه يمكن معرفة نوع الإشارة على الخطوط AD0-AD7 . إن الحروف ALE تعنى Address Latch Enable أى منشط ماسك العناوين . هذا الخط يكون واحد عندما تكون الإشارة على الخطوط AD0-AD7 تمثل عناوين ، ويكون صفرا عندما تكون الإشارة على هذه الخطوط تمثل بيانات . بذلك نستطيع استخدام هذا الخط كخط تحكم أو خط تنشيط لشريحة ماسك تقوم بمسك أو تخزين الإشارة على الخطوط AD0-AD7 عندما يكون الخط ALE يساوى واحدا وبذلك نكون قد حصلنا على العنوان بالكامل A0-A15 . شكل (6-8) يبين الخطوط AD0-AD7 وقد أدخلت على الشريحة 74374 التى هى عبارة عن ماسك ثمانى كما شرحناها فى الفصل السابق . ولقد تم توصيل الطرف ALE من المعالج إلى طرف التزامن clock للشريحة 74374 من خلال عاكس NOT حتى نضمن أن عملية مسك العنوان ستتم عند نزول الخط ALE من الواحد إلى الصفر بناء على طلب المعالج . فى الشكل (6-8) نلاحظ أن الخطوط A8-A15 قد أدخلت هى الأخرى على شريحة ماسك مثل الخطوط AD0-AD7 فهل هناك ضرورة لذلك ؟

فى الحقيقة ليست هناك ضرورة لذلك ولكننا استخدمنا الشريحة 74374 فى هذا المكان لتحقيق عملية فصل buffer لهذه الخطوط حتى تستطيع إمداد جميع الدوائر المحيطة بالتيارات اللازمة . لاحظ أن الطرف رقم 1 (OE) فى الشريحة رقم 74374 وهو خط التحكم فى البوابات ثلاثية المنطق الموجودة فى مرحلة خرج هذه الشريحة قد تم توصيله على الأرضى حتى تكون مرحلة الخرج فعالة دائما ، أى أنه بمجرد مسك العنوان فإنه يصبح مباشرة موجودا على خرج

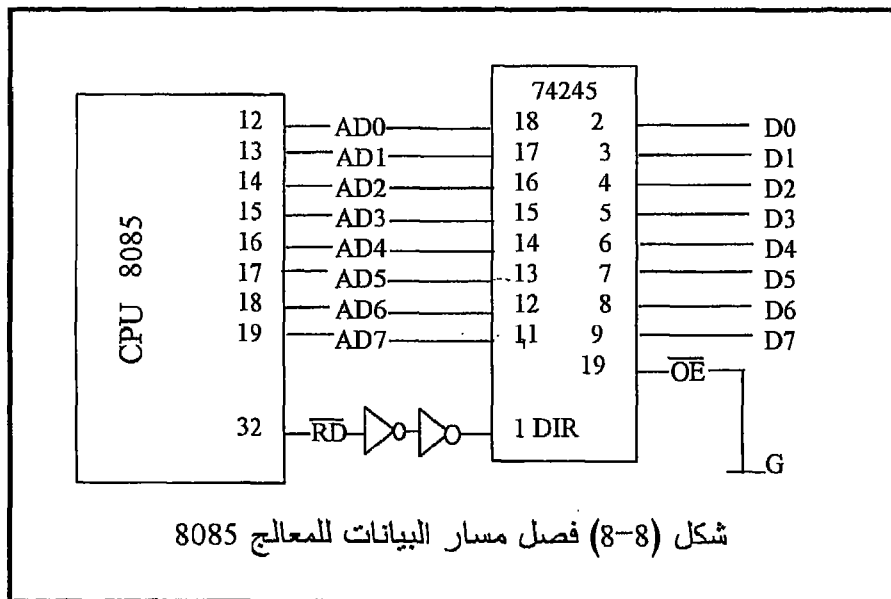
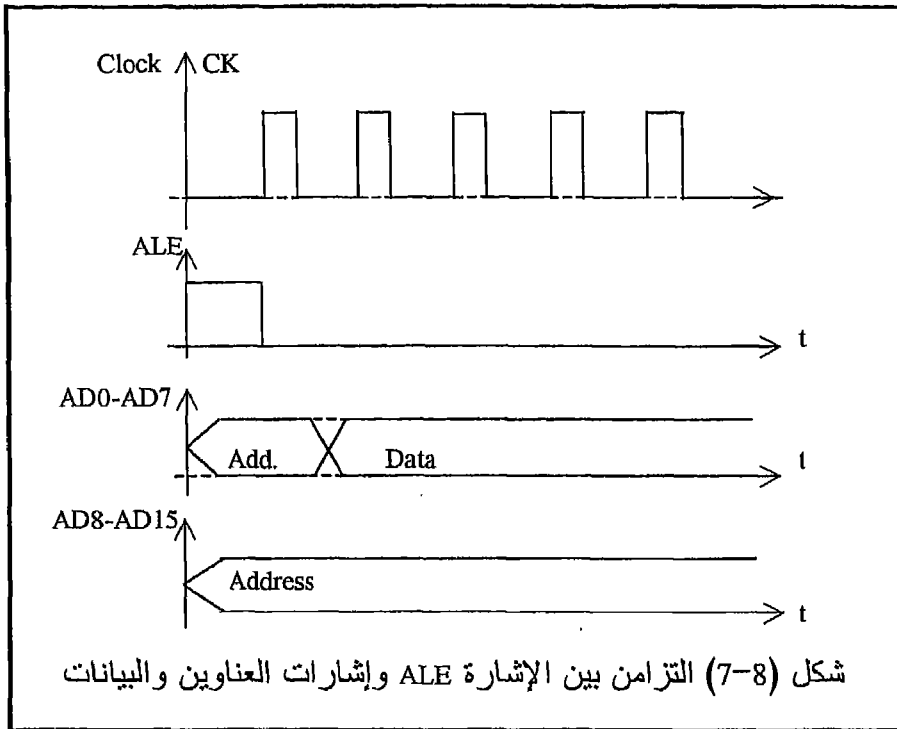
الشريحة . يمكن توصيل هذا الخط بالطرف HOLD القادم من المعالج لوضع مسار العناوين في حالة المقاومة العالية عند اللزوم . شكل (8-7) يبين التزامن الموجود بين الإشارة ALE والإشارات الموجودة على الخطوط AD0-AD7 وكذلك الخطوط AD8-AD15 . لاحظ أهمية تخزين محتويات الخطوط AD0-AD7 عند الحافة الهابطة لخط التحكم ALE .



8085-2 مسار البيانات للشريحة 8085

الآن وقد تم فصل مسار العناوين وتهيئته فإن الإشارة الموجودة على الخطوط AD0-AD7 تمثل إشارة بيانات في الزمن المتبقى من دورة الأمر ، والمطلوب فقط هو عملية فصل buffer لمسار البيانات حتى يستطيع توفير التيارات اللازمة للأجهزة المحيطة الموصلة عليه . لاحظ أن مسار البيانات ثنائي الاتجاه لذلك يجب مراعاة استخدام الشريحة المناسبة له وقد أوضحنا في الفصل السابق

أنه من الشرائح المرشحة لهذه العملية الشريحة 74245 والتي سبق شرحها .



شكل (8-8) يبين عملية فصل أو تهيئة مسار البيانات . نلاحظ في هذا الشكل أن الطرف رقم 1 في الشريحة 74245 هو طرف التحكم في اتجاه الإشارة \overline{DIR} ولقد تم توصيل هذا الطرف بالطرف رقم 32 في المعالج وهو طرف القراءة \overline{RD} ، بحيث عندما يكون هذا الطرف (\overline{RD}) فعالاً أى يساوى صفراً فإن الشريحة 74245 ستسمح بمرور البيانات من الأجهزة المحيطة إلى المعالج . بينما إذا كان الطرف \overline{RD} غير فعال ، أى يساوى واحد ، فإن الشريحة 74245 ستسمح بمرور البيانات من المعالج إلى الأجهزة المحيطة . نلاحظ أيضاً من شكل (8-8) أن الخط \overline{RD} قبل توصيله إلى الشريحة 74245 تم فصله عن طريق توصيله من خلال عاكسين .

8-4-3 مسار التحكم للشريحة 8085

إن مسار التحكم المبسط يتكون كما ذكرنا سابقاً من 4 خطوط فقط وهى كالتالى:

- قراءة من الذاكرة Memory read
- كتابة فى الذاكرة Memory write
- قراءة من جهاز إدخال Input device read
- كتابة فى جهاز إخراج Output device write

طرف 32 \overline{RD}	طرف 31 \overline{WR}	طرف 34 $\overline{IO/\overline{M}}$	
0	1	1	\overline{IOR}
1	0	1	\overline{IOW}
0	1	0	\overline{MEMR}
1	0	0	\overline{MEMW}

شكل (8-9) جدول حقيقة للحصول على خطوط التحكم الأربعة للمعالج 8085

جميع هذه الخطوط فعالة عندما تكون صفراً active low ولو فحصنا أطراف الشريحة 8085 فإننا لن نجد أن هذه الخطوط الأربعة بالصورة المباشرة التى نريدها ولكننا سنجد ثلاثة خطوط فقط وهى الخطوط \overline{RD} و \overline{WR} و $\overline{IO/\overline{M}}$ والمطلوب هو الحصول على خطوط التحكم الأربعة السابقة من هذه الخطوط الثلاثة . إن السر يكمن فى الطرف $\overline{IO/\overline{M}}$ حيث أن هذا الخط يكون واحداً عندما يكون المعالج يتعامل مع أجهزة إدخال أو إخراج أى ينفذ واحد من الأمرين IN أو OUT ، كما أن الخط $\overline{IO/\overline{M}}$ يكون صفراً فى حالة ما إذا كان المعالج يتعامل مع ذاكرة . ولذلك إذا كان الخط \overline{RD} فعالاً (1) ، وكان الخط $\overline{IO/\overline{M}}$ يساوى صفراً ، فإن ذلك يعنى أن المعالج فى حالة قراءة من الذاكرة . أما إذا كان الخط

\overline{RD} يساوى صفر ، والخط IO/\overline{M} يساوى واحد ، فإن ذلك يعنى أن المعالج فى حالة قراءة من جهاز إدخال . شكل (8. 9) يبين جدول الحقيقة لجميع الخطوط الأربعة المطلوبة وحالة كل خط من الخطوط الثلاثة \overline{RD} و \overline{WR} و IO/\overline{M} .

بعد دراسة جدول الحقيقة المبين فى شكل (8. 9) يمكن بناء أكثر من دائرة يكون دخلها هو الخطوط \overline{RD} و \overline{WR} و IO/\overline{M} وخرجها هو الخطوط الأربعة \overline{MEMR} و \overline{MEMW} و \overline{IOR} و \overline{IOW} .

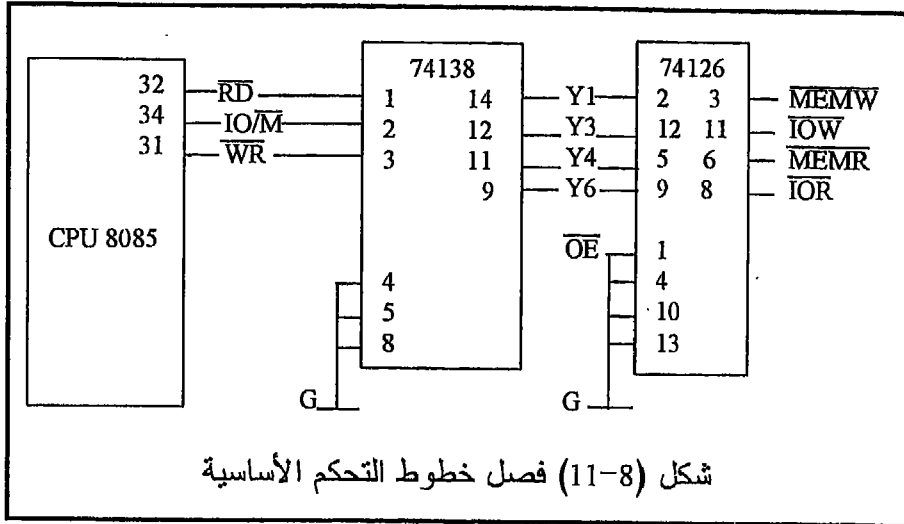
سنرى هنا طريقة الحصول على هذه الخطوط باستخدام المنتخب أو فاكك الشفرة Decoder رقم 74138 وهو عبارة عن منتخب لخط واحد من خطوط الخرج الثمانية Y0 إلى Y7 وهذا الانتخاب يكون على حسب شفرة توضع على خطوط الدخل الثلاثة A, B, C . شكل (8-10) يبين جدول الحقيقة لهذا المنتخب وقد تم توصيل دخوله الثلاثة على الخطوط \overline{RD} و \overline{WR} و IO/\overline{M} .

INPUT الدخل			OUTPUT المخرج							
\overline{WR}	IO/\overline{M}	\overline{RD}		\overline{MEMW}		\overline{IOW}	\overline{MEMR}		\overline{IOR}	
C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

شكل (8-10) جدول الحقيقة للشرية 74138

طبقا لهذا الشكل فإن الخط \overline{MEMR} سيؤخذ من على الخرج Y4 للمنتخب ، والخط \overline{MEMW} يؤخذ من على الخرج Y1 ، وأما الخط \overline{IOR} فيؤخذ من على الخرج Y6 ، والخط \overline{IOW} يؤخذ من على الخرج Y3 . وأما باقى خروجه المنتخب فإنها غير مستخدمة . شكل (8. 11) يبين كيفية توصيل هذا المنتخب مع المعالج . لاحظ من هذا الشكل أن خطوط الخرج الأربعة تم توصيلها على الشريحة 74125 وهى فاصل buffer ثلاثى المنطق وقد وصلت جميع خطوط تنشيط البوابات بالأرضى حتى تكون هذه الخطوط فى حالة نشاط دائم . يمكن عند الضرورة توصيل خطوط التنشيط هذه بالخط HOLD القادم من المعالج .

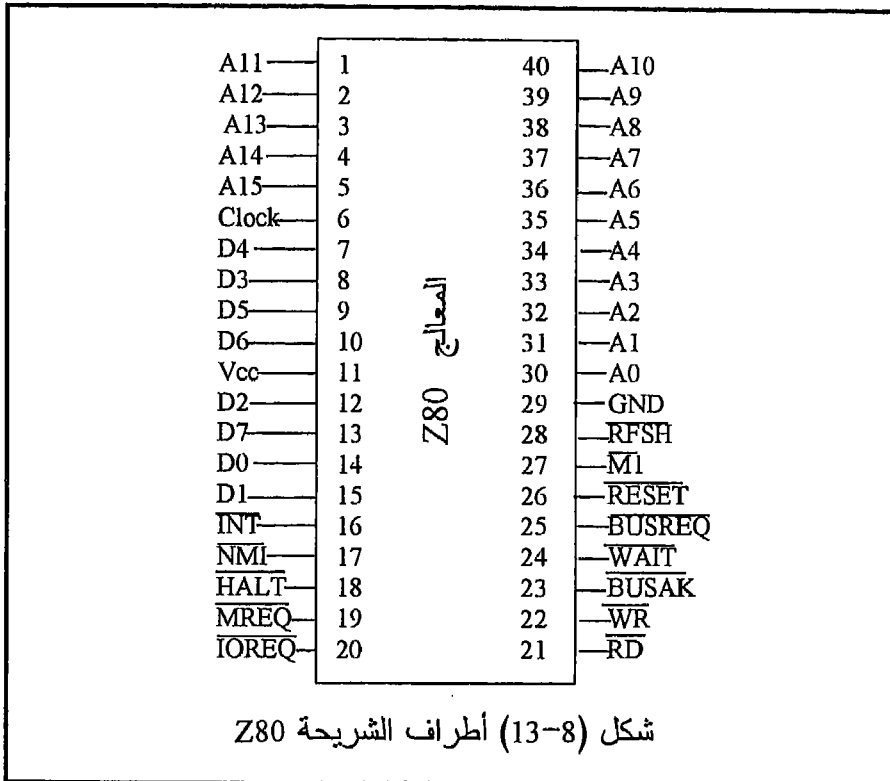
شكل (8-12) يبين المعالج 8085 وقد تم فصل buffering جميع مساراته الثلاثة وأصبحت هذه المسارات متهيئة تماما لأن يوصل عليها أى واحد من الأجهزة الخارجية مثل الذاكرة وبوابات الإدخال والإخراج كما سنرى بالتفصيل فى الفصول القادمة .



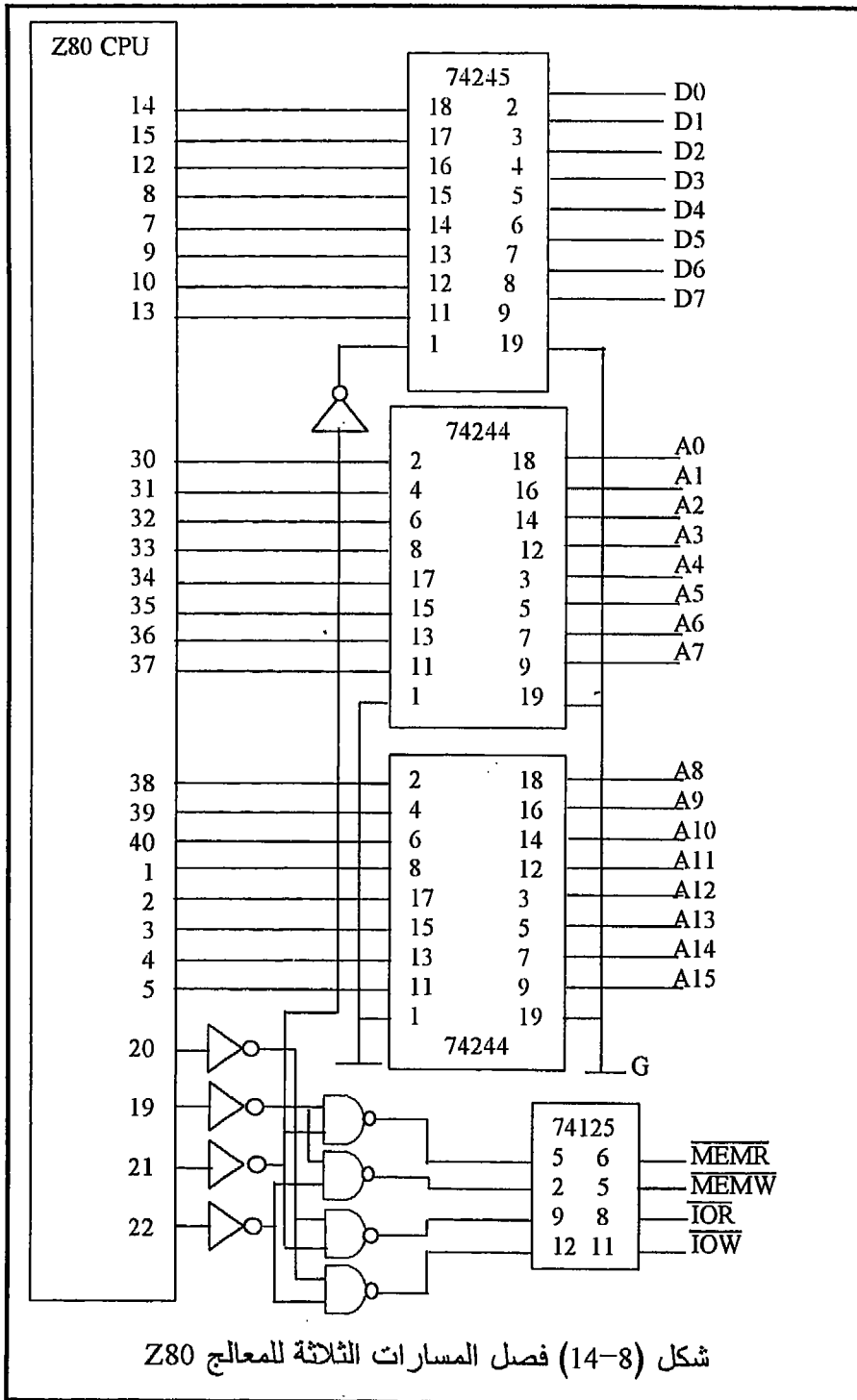
8-5 تهيئة مسارات المعالج Z80 لعملية المواجهة

بإلقاء نظرة سريعة على أطراف المعالج Z80 كما فى شكل (8. 13) سنكتشف أن عملية المزج الزمنى time multiplexing بين مسارى العناوين والبيانات التى كانت موجودة فى المعالج 8085 غير موجودة هنا ، ولكن كل مسار متاح بصورة منفصلة عن الآخر ولذلك فإن عملية التهيئة هنا ستكون أبسط من قبل . لذلك فإن كل ما سنحتاجه هنا هو عملية فصل buffer لهذه المسارات بغرض الحماية وتوفير التيارات اللازمة للأجهزة المحيطة . شكل (8-14) يبين المعالج Z80 وقد تم فصل مساراته الثلاثة ، العناوين والبيانات والتحكم . بالنسبة لمسار العناوين فقد استخدمت الشريحة 74244 التى تتكون من ثمانى بوابات ثلاثية المنطق لهذا الغرض ، ولقد تم استخدام شريحتان منها لتحقيق عملية الفصل لـ 16 خطا فى مسار العناوين . لاحظ أن خطوط التحكم فى الخرج بالنسبة لهاتين الشريحتين قد تم توصيلهما بالأرضى مباشرة مع العلم أن هذه الخطوط يمكن توصيلها على الطرف HOLD القادم من المعالج لتحقيق عملية انفصال المعالج عن المسارات الثلاثة التى سنشرحها فى موضع قادم .

بالنسبة لمسار البيانات للمعالج Z80 فقد استخدمنا نفس الشريحة 74245 التي سبق استخدامها لعملية فصل مسار البيانات في المعالج 8085 . هذه الشريحة كما عرفناها من قبل تتكون من ثماني بوابات ثلاثية المنطق ثنائية الاتجاه أى تسمح بعملية فصل buffer الإشارات التي تمر في اتجاهين . لقد تم التحكم في اتجاه البيانات عن طريق توصيل الطرف \overline{DIR} رقم 1 فى الشريحة 74245 بالطرف \overline{RD} رقم 21 فى المعالج Z80 بحيث عندما يكون الطرف \overline{RD} فعال (0) فإن الشريحة 74245 ستسمح بمرور البيانات من الأجهزة المحيطة إلى المعالج . وأما عندما يكون الطرف \overline{RD} غير فعال (1) فإن البيانات ستمر فى الاتجاه الآخر .



شكل (8-14) يبين أيضا كيفية الحصول على خطوط التحكم \overline{MEMR} و \overline{MEMW} و \overline{IOR} و \overline{IOW} باستخدام دوائر NAND . لاحظ أن الطرف \overline{MREQ} يكون فعالاً (0) عندما يتعامل المعالج مع الذاكرة سواء بغرض القراءة منها أو الكتابة فيها . وأما الخط \overline{IORQ} فيكون فعالاً (0) عندما يتعامل المعالج مع بوابات الإدخال أو الإخراج سواء بغرض القراءة أو الكتابة أيضا .



لاحظ أن خطوط التحكم الأربعة تكون فعالة عندما تكون صفر . بذلك نكون قد انتهينا من تهيئة جميع مسارات المعالج Z80 وأصبحت جاهزة لعملية المواجهة مع الأجهزة المحيطة .

8-6 تمارين

1. ما هو المقصود من تهيئة المسارات ؟ ولماذا تحتاج المسارات إلى تهيئة؟
2. الأجهزة المحيطة بالمعالج إما أن تكون أجهزة إدخال (ترسل ، تستقبل) المعلومات (من ، إلى) المعالج ، أو أجهزة إخراج (ترسل ، تستقبل) المعلومات (من ، إلى) المعالج . اختر كلمة مناسبة مما بين القوسين .
3. مسار البيانات ثنائي الاتجاه ، أى أن الإشارة عليه تكون خارجة من المعالج على بعض الخطوط ، ودخلة إليه على البعض الآخر (صح ، خطأ) اختر؟
4. مسار العنوانين أحادي الاتجاه يحمل إشارة من الأجهزة المحيطة إلى المعالج (صح ، خطأ) اختر؟
5. الذاكرة التي يستطيع معالج من المعالجات تبلغ 64 كيلوبايت لأن (مسار البيانات ، مسار العنوانين) 16 بت ، اختر إجابة ؟
6. لماذا نحتاج لخطوط التحكم \overline{MEMR} و \overline{MEMW} ؟
7. لماذا نحتاج لخطوط التحكم \overline{IOR} و \overline{IOW} ؟
8. عند تنفيذ الأمر STA E100 فى المعالج 8085 أى الخطوط التالية سيكون فعالاً : \overline{MEMR} و \overline{MEMW} و \overline{IOR} و \overline{IOW} ؟ اختر الخط الصحيح .
9. عند تنفيذ الأمر MOV M,A فى المعالج 8085 أى الخطوط التالية سيكون فعالاً : \overline{MEMR} و \overline{MEMW} و \overline{IOR} و \overline{IOW} ؟ اختر إحدى الإجابات .
10. عند تنفيذ الأمر IN 00 فى المعالجين 8085 و Z80 أى الخطوط التالية سيكون فعالاً : \overline{MEMR} و \overline{MEMW} و \overline{IOR} و \overline{IOW} ؟ اختر إحدى الإجابات .
11. عند تنفيذ الأمر OUT 00 فى المعالجين 8085 و Z80 أى الخطوط التالية سيكون فعالاً : \overline{MEMR} و \overline{MEMW} و \overline{IOR} و \overline{IOW} ؟ اختر إحدى الإجابات .
- 12.

```
xxx:  MVI A,89H
      STA E100
      IN 00
      OUT 00
      LXI H, E100
      MOV B,M
      JMP xxx
      8085 Program
```

```
xxx:  LD A,89H
      LD (E100), A
      IN 00
      OUT 00
      LD HL, E100
      MOV B,M
      JP xxx
      Z80 Program
```

- البرنامج السابق عبارة عن حلقة لا نهائية ، ارسم شكل الإشارة مع الزمن على كل خط من الخطوط \overline{MEMR} و \overline{MEMW} و \overline{IOR} و \overline{IOW} في أثناء تنفيذ هذا البرنامج ؟
13. لو نفذنا برنامج السؤال 12 مرة واحدة ، اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يلي :
- عدد نبضات الفعالية للخط \overline{MEMR} سيكون (17 ، 13 ، 19) .
 - عدد نبضات الفعالية للخط \overline{MEMW} سيكون (17 ، 1 ، 9) .
 - عدد نبضات الفعالية للخط \overline{IOW} سيكون (17 ، 1 ، 9) .
 - عدد نبضات الفعالية للخط \overline{IOR} سيكون (17 ، 1 ، 9) .
14. إذا كان الخط $IO/\overline{M}=1$ والخط $\overline{WR}=0$ فإن ذلك يعني (قراءة ، كتابة) (في ، من) (ذاكرة ، بوابة إدخال ، بوابة إخراج) اختر الإجابة الصحيحة ؟
15. إذا كان الخط $IO/\overline{M}=1$ والخط $\overline{RD}=0$ فإن ذلك يعني (قراءة ، كتابة) (في ، من) (ذاكرة ، بوابة إدخال ، بوابة إخراج) اختر الإجابة الصحيحة ؟
16. ما المقصود بالمشاركة الزمنية بين خطوط البيانات وخطوط العناوين في المعالج 8085 ؟ وما الهدف منها ؟
17. هل هذه المشاركة موجودة في المعالج Z80 ؟
18. اشرح دور الخط ALE في عملية فصل إشارة العناوين عن إشارة البيانات على الخطوط AD0-AD7 في المعالج 8085 ؟
19. اشرح كيفية الحصول على خطوط التحكم الأربعة في المعالج Z80 ؟

الفصل التاسع

مواجهة الذاكرة

Memory Interfacing

9-1 مقدمة

إن ذاكرة الكمبيوتر تكون عادة ذاكرة إلكترونية أى أن طريقة مسك المعلومة وحفظها يتم إلكترونيا ، وذلك على العكس من الأنواع الأخرى من الذاكرة مثل شرائط الكاسيت والأقراص الممغنطة والتي يتم مسك المعلومة عليها مغناطيسيا ، ونحن فى هذا الفصل لن نتعرض للتركيب الإلكتروني للذاكرة ولكن كل ما يهمنا هنا هو معرفة كيفية توصيل أو مواجهه المعالج مع شرائح الذاكرة .

إن دليل التليفونات يمكن النظر إليه على أنه نوع من أنواع الذاكرة التى تسجل فيها المعلومات فى صورة حروف هجائية ، وهذا النوع يماثل فى الخواص ذاكرة القراءة فقط ROM والتي تستخدم فى الحاسبات ، وحيث أنه يمكن قراءة المعلومات من الدليل ولكن لا يمكن تغييرها فذلك يمكن قراءة المعلومات من ال ROM ولا يمكن الكتابة فيها ولذلك سميت بذاكرة القراءة فقط Read Only Memory . ذلك على العكس من شريط الكاسيت أو القرص الممغنط حيث يمكن تخزين المعلومات عليهما كما يمكن مسحها أو تغييرها فى أى لحظة مثلها فى ذلك مثل ذاكرة القراءة والكتابة فى الحاسبات والتي سميت عرفا بذاكرة الاتصال العشوائى Random Access Memory; RAM . أى نظام من نظم الحاسبات لا بد وأن يحتوى على كل من النوعين من أنواع الذاكرة (ROM و RAM) حيث تحتوى ال ROM على الثوابت والبرامج المهمة لتشغيل نظام الحاسب والتي يمنع المستخدم من الدخول عليها نظرا لخطورة التغيير أو التعديل فيها ، وأما ال RAM فهى الذاكرة التى تكون متاحة للمستخدم ليقوم فيها بتخزين جميع بياناته أو برامجه فى حالة تعامله مع النظام . لاحظ أن ال ROM من أهم خواصها أنه عند انقطاع القدرة (الكهرباء) أى عند إطفاء النظام فإن جميع ما بها من معلومات لا تفقد ولكن تظل محفوظة ، وذلك على العكس من ال RAM التى تفقد كل محتوياتها بمجرد إطفاء النظام ، ولذلك فإنه قبل إطفاء النظام لا بد من تخزين محتويات ال RAM التى نحتاجها على ذاكرة مستديمة مثل الشرائط أو الأقراص الممغنطة . شكل (9-1) يبين مناظرة بين ذاكرة الحاسبات والذاكرة بمعناها العام .

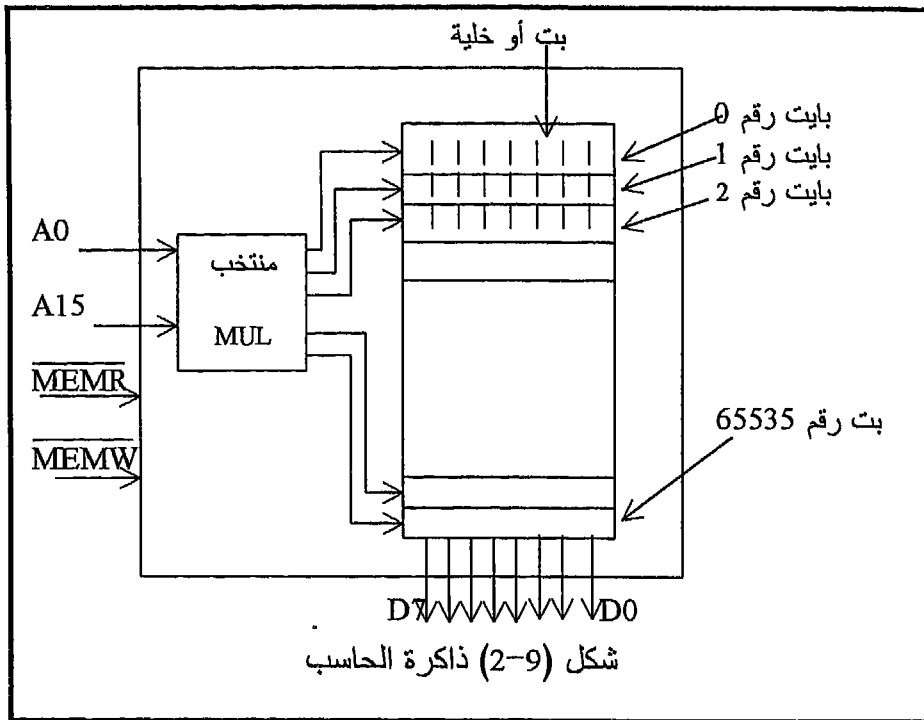
إن كل ذاكرة مهما كانت لا بد وأن هناك طريقة معينة تسهل عملية استدعاء المعلومات منها ، فمثلا من دليل التليفونات يمكنك الوصول إلى رقم تليفون أى شخص عن طريق التسلسل الأبجدي للأحرف ، أما على شريط الكاسيت فيمكنك تحديد مكان المعلومة عن طريق عداد الشريط ، وأما فى ذاكرة الحاسب فإن كل مكان من أماكن الذاكرة محدد بعنوان وهذا العنوان عبارة عن شفرة من الواحد والأصفر توضع على مسار العناوين فتسبب عملية تنشيط أو إثارة لمكان واحد فقط من أماكن الذاكرة ليصبح جاهزا للتعامل معه بواسطة المعالج .

الذاكرة	
ذاكرة الكمبيوتر	الذاكرة عامة
ROM تحتوى البرامج والثوابت التي يمنع المستخدم من الوصول إليها أو العبث بها نظرا لأهميتها لتشغيل النظام ويمكنه فقط أن يقرأها.	دليل التليفونات والاسطوانات Pick up كلها أمثلة على الذاكرة التي يمنع الكتابة فيها ولكن يسمح فقط بقراءتها.
RAM يمكن للمستخدم أن يقرأ محتوياتها ويسجل فيها ما يشاء ، ويمسح ويضيف في أى مكان فيها .	شريط الكاسيت وشريط الفيديو يمكن التسجيل فيهما وقراءة محتوياتهما ، كما يمكن المسح أو الإضافة لأى جزء فيهما .
يتم بناء هذه الذاكرة عادة من أشباه الموصلات ، وهى فى العادة عبارة عن قلابات flip flops .	يتم بناؤها من أوراق مثل دليل التليفون ، أو شرائط من مواد مغناطيسية مثل شرائط الكاسيت والفيديو .

شكل (9-1) مقارنة بين ذاكرة الحاسب والذاكرة عامة

9-2 أساسيات بناء ذاكرة الحاسب

شكل (9-2) يبين أساسيات بناء الذاكرة . يتكون مسار العنوانين القادم من أى واحد من المعالجات التى ندرسها الآن من 16 خطأ أو 16 بت ، ولذلك فإن كمية الذاكرة التى يستطيع المعالج أن يتعامل معها تقدر ب 2^{16} أى 65536 بايت مرتبة كما لو كانت أرفف فى دولايب وكل رف من هذه الأرفف يمثل بايت وكل بايت أو رف تتكون من ثمانى بتات أو خلايا كما فى شكل (9-2) . كل واحدة من هذه البايئات تعرف بعنوان خاص بها ولذلك فإن أول بايت عنوانها هو (صفر) وآخر بايت أو آخر رف فى هذا الدولايب عنوانه هو 65535 وذلك فى النظام العشري . عند التعامل مع أى بايت من هذه البايئات أى القراءة منها أو الكتابة فيها فإن ذلك يكون على الباييت الكاملة وليست هناك وسيلة للتعامل مع جزء من الباييت ، أى عدد معين من بتاتها دون الباقي .



لاحظ أن أى شفرة على خطوط العناوين A0 إلى A15 ستحدد عنوان مكان أو بايت من بايتات الذاكرة فى النظام الثنائى ، لاحظ أيضا أنه طالما أن كل بايت تتكون من ثمانى بتات فإنها تتوافق مع مسار البيانات الذى هو ثمانى بتات أو ثمانية خطوط أيضا والذى سيجمل المعلومات من أو إلى هذه البايئات . بعد أن يضع المعالج عنوان الباييت التى سيتعامل معها على مسار العناوين فإنه لابد وأن يحدد طريقة التعامل مع هذه الباييت إذا كانت قراءة أو كتابة فيها. إذا كان المعالج يريد الكتابة فى الذاكرة فإنه يجعل خط التحكم $\overline{\text{MEMW}}$ (Memory write) وهو خط الإعلان عن الكتابة فى الذاكرة فعالا ، أما إذا كان يريد القراءة منها فإنه يجعل خط التحكم $\overline{\text{MEMR}}$ (Memory read) وهو خط الإعلان عن القراءة من الذاكرة فعالا ، لذلك فإنه لزم إضافة هذين الخطين ، $\overline{\text{MEMR}}$ و $\overline{\text{MEMW}}$ فى شكل (2-9) . تذكر دائما أن معنى وضع خط فوق اسم أى إشارة يعنى أن هذه الإشارة تكون فعالة حينما تكون صفرا Low وهى الحالة الموجودة فى الإشارتين $\overline{\text{MEMR}}$ و $\overline{\text{MEMW}}$. شكل (3-9) يبين بعض العناوين وشفراتها الثنائية الست عشرية . حاول دراسة هذا الجدول وأضف من عندك شفرات لبعض العناوين الغير مذكورة فى الجدول . لاحظ أنه فى أثناء البرمجة وفى كل تعاملاتنا مع

العناوين فيما بعد سيكون فى الصورة الست عشرية التى تتكون من أربع خانات كما هو مبين فى شكل (9-3).

الشفرة الموجودة على																نظام	نظام
خطوط العناوين من A0 الى A15																ستعشرى	عشرى
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0000	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0001	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0010	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0011	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0100	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0101	5
.....
0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	5DFB	24059
.....
1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	ADAC	44460
.....
.....
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	FFFE	65534
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	FFFF	65535

شكل (9-3) عنوان الذاكرة المواجهة للمعالج

شكل (9-2) يبين أيضا كيفية الاتصال بمكان معين فى الذاكرة عن طريق منتخب البايتات الموجود داخل شريحة الذاكرة . يقوم هذا المنتخب Address decoder باختيار أو انتخاب واحد من الخطوط الموجودة على خرجه حيث يتم هذا الاختيار على أساس الشفرة الموجودة على دخله من مسار العناوين وجعله فعلا وهذا الخط بالتالى يختار البايت المقابلة له وإما يخرج محتوياتها على مسار البيانات إذا كان الخط $\overline{\text{MEMW}}$ فعلا أو يدخل محتويات مسار البيانات إلى هذه البايت إذا كان الخط $\overline{\text{MEMR}}$ فعلا .

إن الزمن المأخوذ لوضع محتويات أى بايت من بايتات الذاكرة على مسار البيانات أو العكس يسمى زمن الاتصال بالذاكرة Memory access time وهذا الزمن يعتبر خاصية من خواص شريحة الذاكرة حيث يختلف فى طوله وقصره على حسب التكنولوجيا والمادة المستخدمة فى تصنيع الشريحة ، وعادة يكون هذا الزمن فى حدود المائة نانو ثانية (nano second) حيث النانو ثانية تساوى 10^{-9} من الثانية .

إن وحدات قياس سعة الذاكرة فى عالم الحاسبات هو الكيلو بايت ك.ب KB . وتم التعارف على أن الواحد كيلوبايت يساوى 1024 بايت بدلا من 1000 التى

تستخدم دائما مع تعريف الكيلو في الحياة العملية وذلك لسهولة التعامل مع الرقم 1024 في النظام الثنائي والستعشرى . كما نعلم فإن شرائح المعالجات التى نتعامل معها لها 16 خطا للعناوين وبهذا العدد من خطوط العناوين فإنه يمكن لهذه الشريحة التعامل مع 65536 مكان من أماكن الذاكرة كما رأينا منذ قليل . لاحظ أن 65536 عند قسمتها على 1024 تعطى 64 كيلوبايت لذلك يقال دائما إن هذه المعالجات يمكنها التعامل مع 64 كيلوبايت ذاكرة . شكل (9-4) يبين علاقة عدد خطوط العناوين بكمية الذاكرة التى يمكن لأى معالج أن يتعامل معها وكيف أن كمية هذه الذاكرة تتضاعف مع كل زيادة فى عدد خطوط العناوين بمقدار خط واحد .

كمية الذاكرة (بايت)	عدد خطوط العنوان المطلوبة
2	1
4	2
8	3
16	4
32	5
64	6
128	7
256	8
512	9
1024 (1 كيلوبايت)	10
2048 (2 كيلوبايت)	11
4096 (4 كيلوبايت)	12
8192 (8 كيلوبايت)	13
16384 (16 كيلوبايت)	14
32768 (32 كيلوبايت)	15
65536 (64 كيلوبايت)	16

شكل (9-4) مضاعفة كمية الذاكرة بزيادة خطوط العناوين بمقدار خط واحد

9-3 كيف سنوصل الذاكرة على المعالج؟

يوجد فى الأسواق العديد من شرائح الذاكرة التى تختلف من شريحة لأخرى من حيث كمية الذاكرة الموجودة فى كل شريحة . فهناك شرائح تحتوى الواحدة منها على واحد كيلوبايت وأخرى تحتوى الواحدة منها على 512 بايت وأخرى تحتوى الواحدة منها على 4 كيلوبايت وهكذا ، بل إن هناك شرائح تحتوى الواحدة منها على 64 كيلو بايت وأكثر ، السؤال الآن أى هذه الشرائح نستخدم للحصول على ال 64 كيلو بايت التى سنوصلها على المعالج ؟ وما هى أفضل الطرق لتوصيل هذه الشرائح ؟

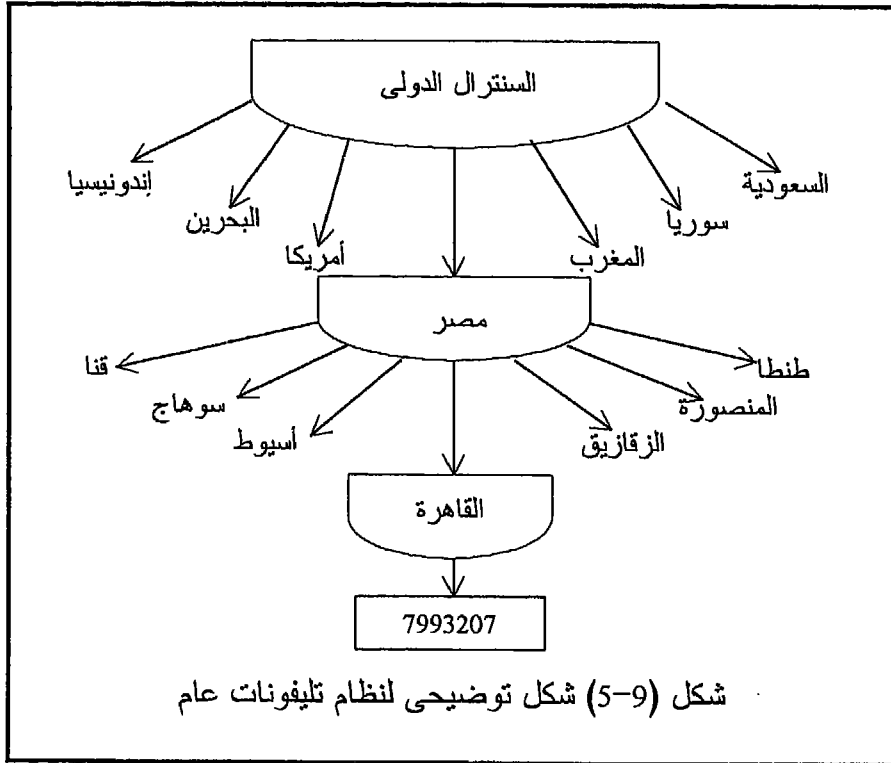
9-3-1 مثال توضيحي

افترض أننا فى المملكة العربية السعودية ونريد الاتصال هاتفيا بالرقم 7993207 الموجود فى مصر بمدينة القاهرة . إننا لى نفعل ذلك لابد أن نضرب أولا رقم مصر فى السنترال الدولى وهو 002 ثم نضرب رقم مدينة القاهرة فى مصر وهو 02 ثم نضرب الرقم الذى معنا ، أى أن الرقم كله الآن أصبح كالتالى 002027993207 . على ضوء ذلك فإننا يمكننا النظر إلى نظام التليفونات فى العالم على النحو المبين فى شكل (9-5) حيث يتكون هذا النظام من سنترال عالمى يحتوى رقما لكل دولة من دول العالم وبمجرد ضرب رقم أى واحدة من هذه الدول فإنه يوصلك بسنترال عموم هذه الدولة الذى يحتوى رقم لكل مدينة داخل هذه الدولة ، وبمجرد ضرب رقم أى مدينة من هذه المدن فإنه يوصلك بسنترال هذه المدينة الذى يحتوى جميع الأرقام داخل هذه المدينة ومنها الرقم الذى تريده . السؤال الآن لماذا هذا التعب فى شرح نظام التليفونات وما دخله بموضوع توصيل شرائح الذاكرة على المعالج ؟ إن الشبه كبير جدا بين الاثنين فكما أنك تستطيع النظر لأى رقم تليفون وتقوم بتقسيمه إلى عدة أجزاء حيث جزء منه يمثل الرقم الدولى وجزء يمثل رقم المدينة داخل الدولة وجزء يمثل رقم التليفون داخل المدينة فكذلك يمكن عمل نفس الشيء مع أى عنوان من عناوين الذاكرة كما سنرى بعد قليل .

9-3-2 نظام بلوكات الذاكرة

أول ما سنفعله لبناء ذاكرة مقدارها 64 كيلوبايت هو تقسيم هذه الكمية من الذاكرة إلى عدد من البلوكات يحتوى كل بلوك منها على عدد من الكيلوبايتات . فمثلا يمكننا تقسيمها إلى 64 بلوك يحتوى كل منها على واحد كيلوبايت ، أو إلى 8 بلوكات يحتوى الواحد منها على 8 كيلوبايت ، أو إلى 128 بلوك يحتوى الواحد منها على نصف كيلوبايت وهكذا فإن عدد البلوكات سيترك تماما للمستخدم

الحرية في تحديده . بمجرد تحديد عدد البلوكات سيتحدد فوراً كم خطأ من خطوط مسار العناوين سيستخدم لتميز البلوكات بعضها من بعض وكم خطأ سيستخدم لتميز البايتات داخل كل بلوك بحيث ستدخل خطوط عنوانية أو تميز البلوكات على منتخب يكون خرج 2 أس عدد هذه الخطوط بحيث سيذهب كل واحد منها لتنشيط بلوك معين .



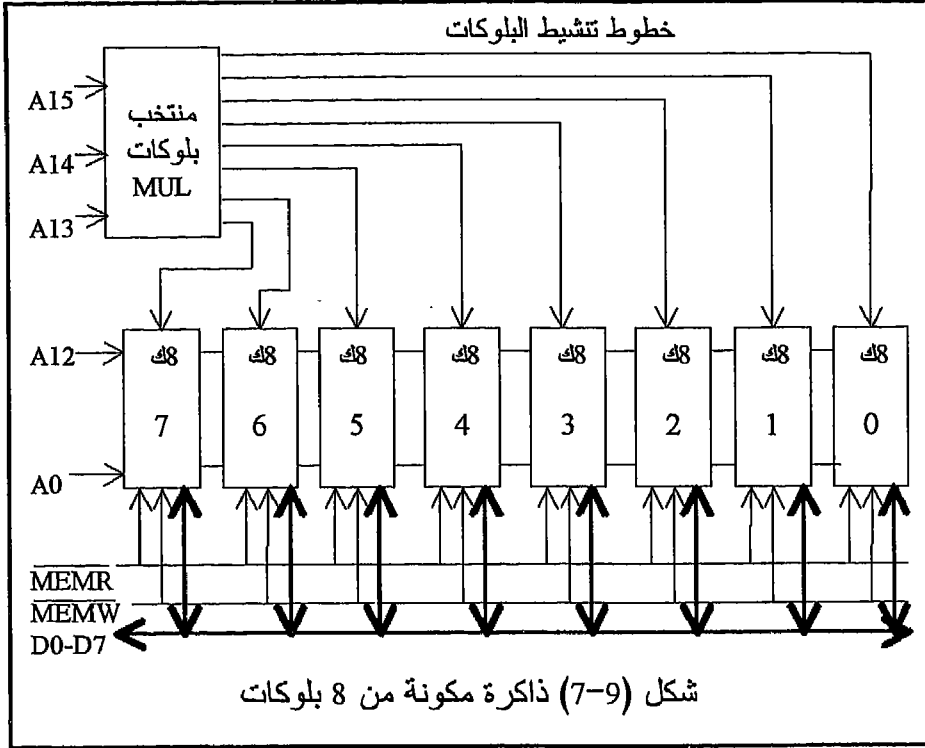
شكل (6-9) يبين تقسيم خطوط مسار العناوين إلى خطوط عنوانية بلوكات وخطوط عنوانية بايتات داخل البلوكات في حالتين ، الأولى في حالة تقسيم الذاكرة إلى 64 بلوك يحتوي الواحد منها على واحد كيلوبايت ، والثانية في حالة تقسيم الذاكرة إلى 8 بلوكات يحتوي الواحد منها على 8 كيلوبايت . في المثال الأول طالما أن وحدة البناء وهي البلوك تساوي واحد كيلوبايت لذلك فإنه يلزم 10 خطوط $(2^{10} = 1024 = \text{واحد كيلوبايت})$ من ال 16 خطا الموجودة في مسار العناوين لعنوان ال 1024 بايت الموجودة داخل البلوك . أما ال 6 خطوط الباقية من مسار العناوين $(2^6 = 64)$ فإنها تستخدم في عنوانية أو اختيار واحد من ال 64 بلوك . المثال الثاني في شكل (6-9) يبين عنوانية ذاكرة من 64 كيلوبايت باستخدام بلوكات كل منها يحتوي على 8 كيلوبايت . لاحظ أن عدد البلوكات

يساوى 64 مقسوما على عدد الكيلوبايتات فى البلوك الواحد . إن خطوط العنوان داخل البلوك ستكون 13 خطا فى هذه الحالة حيث سيبقى ثلاثة خطوط من ال 16 خطا لعنونة الثمانية بلوكات . خطوط عنونة البلوكات ستتصل بمنتخب يقوم باختيار واحد من البلوكات الثمانية على حسب الشفرة الموجودة على هذه الخطوط وتسمى الخطوط الخارجة من هذا المنتخب بخطوط اختيار البلوك أو خطوط تنشيط البلوك . شكل (9-7) يبين رسما تخطيطيا لبناء ذاكرة من 64 كيلوبايت باستخدام بلوكات 8 كيلوبايت .



من شكل (9-7) نلاحظ أن وظيفة منتخب البلوكات هى اختيار واحد من البلوكات على حسب الشفرة الموجودة على خطوط العناوين A15 و A14 و A13 وتنشيطه أى جعله جاهزا لاستقبال أو إرسال معلومات . لاحظ أيضا أن جميع البلوكات متصلة بخطوط العناوين A0 إلى A12 لتحديد أى بايت داخل البلوك الذى تم اختياره سيتم التعامل معها . لاحظ أيضا اتصال كل بلوك بخطوط التحكم MEMR و MEMW ومسار البيانات D0 إلى D7 . مقارنة سريعة بين نظام تقسيم التليفونات العالمى فى شكل (9-5) ونظام تقسيم الذاكرة إلى بلوكات فى شكل (9-7) نرى أن منتخب البلوكات فى شكل (9-7) يلعب نفس الدور الذى يلعبه السنترال الدولى والذى يقوم بتوصيلك إلى دولة معينة على حسب الرقم الداخلى له ، فذلك منتخب البلوكات على حسب الرقم أو الشفرة الموجودة على

الخطوط A13 إلى A15 يقوم بتوصيل المعالج على واحد من هذه البلوكات . بعد قليل سنرى كيفية تقسيم البلوكات إلى شرائح كل منها يحتوى عددا معينا من البايتات والتي تناظر عملية تقسيم الدول إلى مدن كما فى نظام التليفونات .



بمجرد تحديد عدد البلوكات من قبل المستخدم فإن المدى العنوانى لكل بلوك يتحدد على حسب هذا العدد . المدى العنوانى لأى بلوك يتحدد بتحديد عنوان البداية وعنوان النهاية لكل بلوك ، لاحظ أن عنوان البداية لأى بلوك يبدأ من حيث انتهى البلوك السابق له . شكل (8-9) يبين المدى العنوانى للثمانية بلوكات الموجودة فى شكل (7-9) وهو المثال الذى سنفترضه دائما فى عملية بناء الذاكرة .

3-3-9 بناء البلوكات من شرائح

نحن نعلم أن الذاكرة تكون فى هيئة شرائح وكل شريحة لها سعة معينة ، فهناك مثلا شرائح سعتها 1 كيلو بايت وأخرى سعتها 2 كيلوبايت أو 512 بايت وأحيانا تجد 64 كيلوبايت على شريحة واحدة ، فما علاقة هذه الشرائح بالبلوكات أو وحدات البناء التى تكلمنا عنها سلفا؟ لما كان البلوك وحدة البناء فى هيكل الذاكرة

الكلى فإن الشريحة ستكون وحدة البناء داخل البلوك ، أى أن البلوك يتكون من عدد من الشرائح وهذا العدد سيتوقف على سعة الشرائح المستخدمة ومن المفضل أن تكون جميع الشرائح داخل البلوك الواحد لها نفس السعة . فمثلا البلوك ذى الثمانية كيلوبايت الذى استخدمناه سلفا يمكن بناؤه من 4 شرائح كل منها 2 كيلو أو من 8 شرائح كل منها 1 كيلو أو من شريحة واحدة سعتها 8 كيلوبايت . وهكذا .

رقم البلوك	خطوط العناوين A0 إلى A15																العنوان ستعشرى
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0000
	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1FFF
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000
	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3FFF
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000
	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5FFF
3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6000
	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7FFF
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8000
	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9FFF
5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A000
	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	BFFF
6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	C000
	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	DFFF
7	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E000
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	FFFF

شكل (9-8) المدى العنوائى لكل بلوك من الثمانية بلوكات فى شكل (9-7)

السؤال الآن هو: كيف يتم توصيل هذه الشرائح داخل البلوك الواحد؟ إن طريقة توصيل الشرائح داخل البلوك هى نفسها طريقة توصيل البلوكات للحصول على هيكل الذاكرة . أى أن خطوط العناوين الداخلة للبلوك جزء منها سيستعمل لعنونة البايتات المختلفة داخل الشريحة والجزء الآخر سيستعمل لاختيار أو انتخاب الشرائح . إن عدد الخطوط فى كل جزء من هذه الأجزاء سيتحدد على حسب سعة الشرائح المستخدمة ولنفرض البلوك ال 8 كيلوبايت كمثال . إذا استخدمنا شرائح سعة كل منها 2 كيلوبايت فى بناء هذا البلوك فإن كل شريحة ستحتاج إلى 11 خطا (A0 إلى A10) من ال 13 خطا الداخلة إلى البلوك ويتبقى خطان (A11

و A12) يستخدمان في عملية اختيار الشرائح عن طريق منتخب آخر سنسميه منتخب اختيار الشرائح . لاحظ أنه باستخدام خطين يمكن اختيار واحدة من أربع شرائح حيث ² يساوى 4 . شكل (9-9) عبارة عن مثال لبيان المدى العنوانى لكل شريحة من شرائح البلوك الأول ، وحاول أنت كتابة المدى العنوانى للشرائح واحد من البلوكات الأخرى . من شكل (9-9) نلاحظ الآتى :

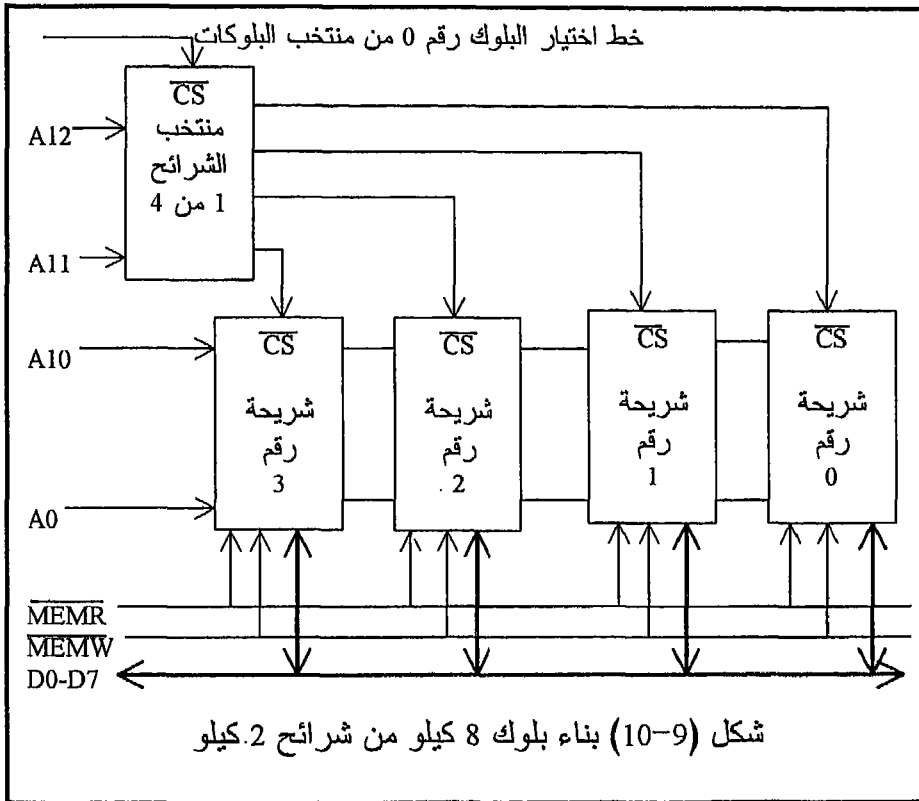
- أول عنوان فى أول شريحة فى البلوك هو أول عنوان فى البلوك ، فمثلا فى شكل (9-9) العنوان الأول فى أول شريحة فى أول بلوك هو 0000 .
- آخر عنوان فى آخر شريحة فى البلوك هو آخر عنوان فى البلوك ، فمثلا فى شكل (9-9) آخر عنوان فى آخر شريحة فى البلوك الأول هو 1FFF وهو آخر عنوان فى أول بلوك كما فى شكل (8-9) .
- خطوط اختيار البلوك A13 و A14 و A15 كانت أصفارا دائما لأننا فى البلوك الأول الذى مداه العنوانى 0000 إلى 1FFF .
- خطوط اختيار الشريحة ثابتة لا تتغير طول مدى الشريحة ، فالشريحة الأولى خطوط اختيارها كانت 00 والشريحة الثانية خطوط اختيارها كانت 01 وهكذا .
- أول عنوان فى الشريحة نحصل عليه بأن نضع جميع خطوط اختيار الباييت داخل الشريحة (A0 إلى A10) تساوى أصفارا ، وآخر عنوان فى الشريحة نحصل عليه بأن نضع هذه الخطوط تساوى وحاييد .

رقم الشريحة	المدى العنوانى	خطوط العنوانى من A0 إلى A15															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	07FF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	0FFF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	17FF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	1FFF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

شكل (9-9) المدى العنوانى لكل شريحة داخل البلوك الأول

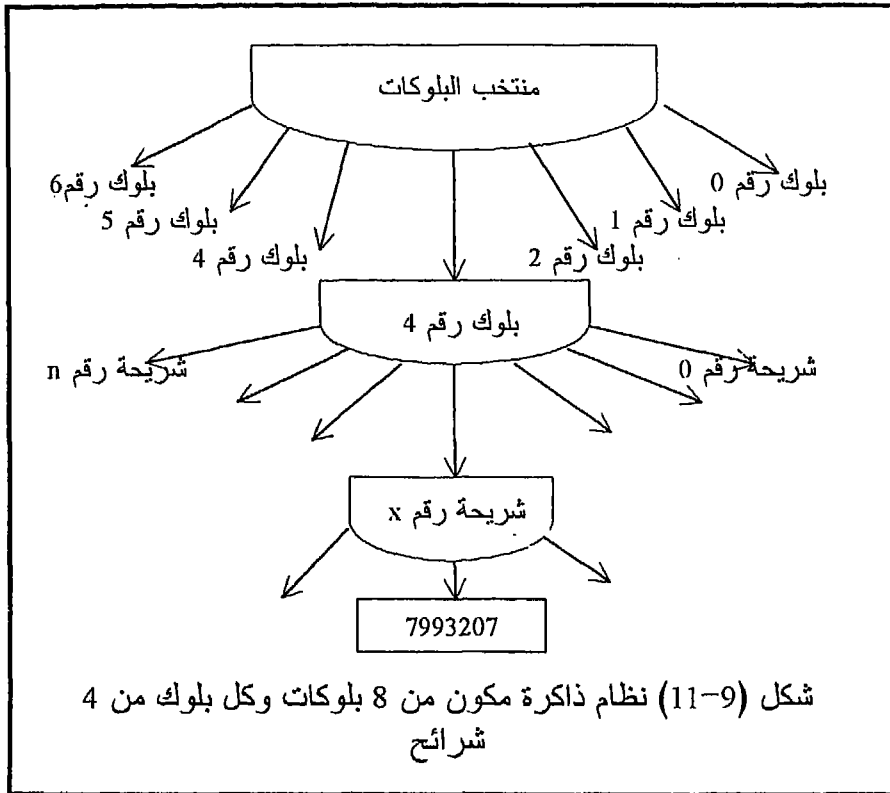
شكل (9-10) يبين التركيب الداخلى لأحد البلوكات الثمانية المبينة فى شكل (9-7) حيث يتكون هذا البلوك من أربع شرائح كل منها 2 كيلوبايت ولذلك فإن كل شريحة من هذه الشرائح لها 11 خطا للعناوين متصلة بالخطوط A0 إلى A10 القادمة من مسار عناوين المعالج . كذلك فإن كل شريحة كما نرى لا بد وأن تكون متصلة بمسار العناوين D0 إلى D7 . إن منتخب الشرائح الموجود فى

شكل (9-10) وبناء على الشفرة الموجودة على دخليه A11 و A12 سيكون واحد فقط من خروجه فعالا وباقي الخرج خاملة مما سيجعل شريحة الذاكرة المتصلة بهذا الخرج هي فقط الفعالة وأما باقي الشرائح فستكون خاملة ، وعلى ذلك فإن هذه الشريحة وبناء على الشفرة الموجودة على الخطوط A0 إلى A10 ستكون إحدى بايئاتها جاهزة للتعامل مع المعالج إما للكتابة أو للقراءة على حسب حالة الخطيين ، \overline{MEMR} و \overline{MEMW} . لاحظ أن منتخب الشرائح في شكل (9-10) لن يكون فعالا إلا إذا جاءت له إشارة أو نبضة من منتخب البلوكات في شكل (9-7) تخبره أن هذا البلوك قد اختير للتعامل مع المعالج وبذلك يصبح منتخب الشرائح فعالا .



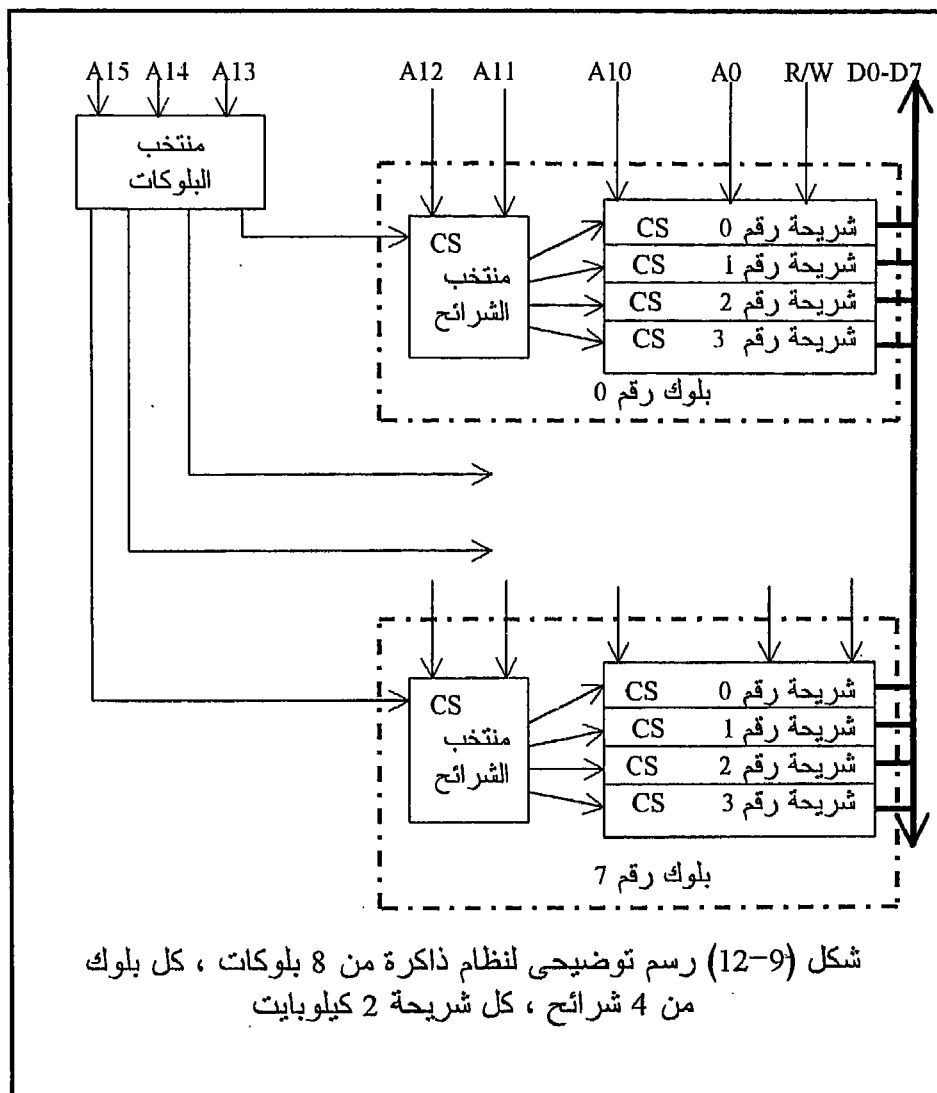
شكل (9-11) يبين نظام ذاكرة مكون من 8 بلوكات وكل بلوك مكون من 4 شرائح وكل شريحة مكونة من 2 كيلوبايت فهل نستطيع الآن مقارنة هذا الشكل بشكل (9-5) الذي يبين رسماً توضيحياً لنظام تليفونات عالمي؟ إن منتخب البلوكات يناظر السنترال الدولي ومنتخب الشرائح يناظر سنترال الدولة التي تم اختيارها وعنوان البايت داخل الشريحة يناظر رقم أي تليفون داخل الدولة التي

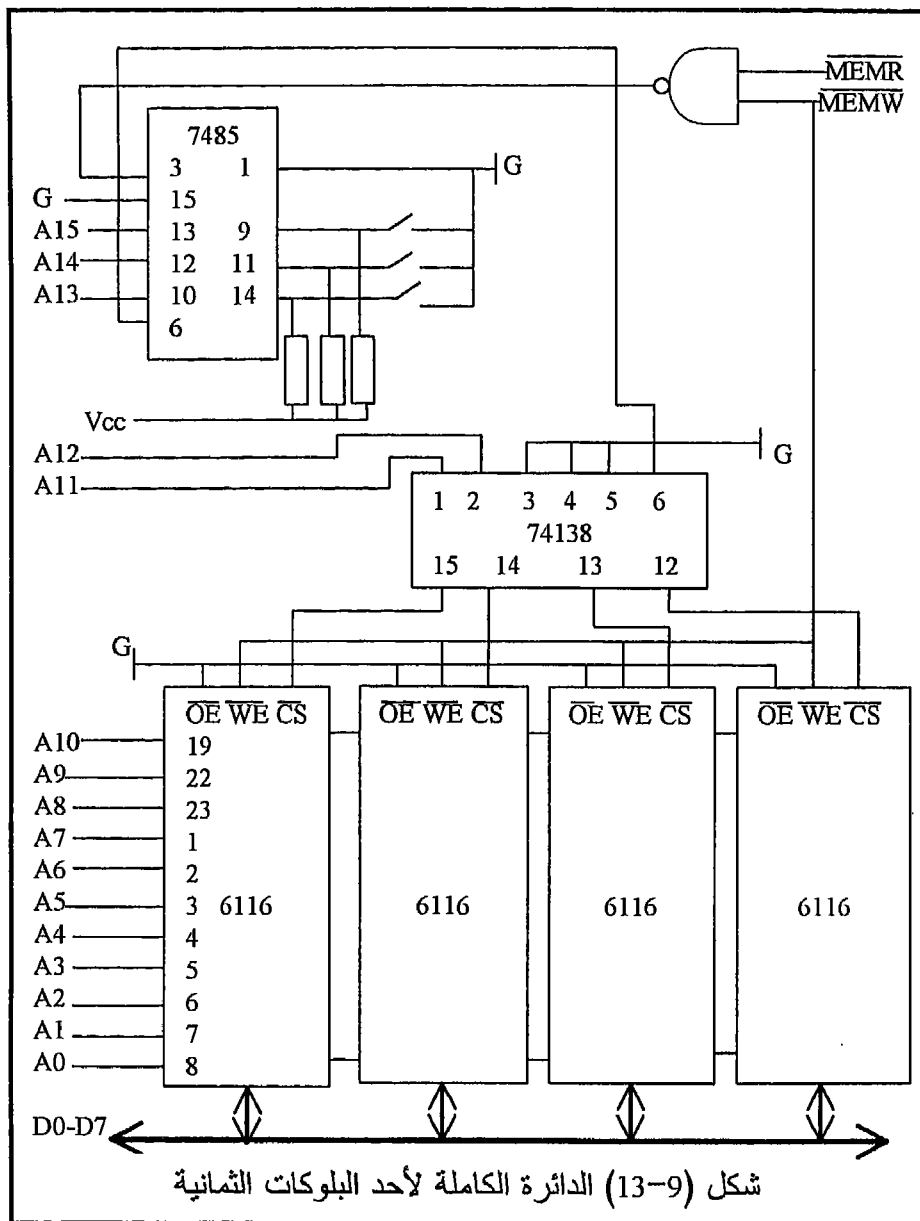
تم اختيارها بإهمال سنترالات المدن . شكل (9-12) يبين رسماً توضيحياً لنظام الثمانية بلوكات الذى نفترضه فى شرحنا وذلك حتى يتمكن القارئ من إلقاء نظرة شاملة على نظام الذاكرة بأكمله . لاحظ أن البلوكات ما بين الأول والأخير فى هذا الشكل ما هى إلا تكرار مثل البلوك رقم صفر والبلوك رقم 7 .



إن نظام بناء الذاكرة باستخدام البلوكات الذى تم شرحه حتى الآن ليس هو النظام الوحيد الذى يجب أن يؤخذ به فى عملية بناء أى نظام ذاكرة ، ولكن من مميزات هذا النظام أنه يعتبر عاماً يمكن تعديله ليناسب أى غرض . فمن الممكن مثلاً أن يبنى النظام بحيث يكون كل بلوك على كرت منفصل وتكون الذاكرة فى هذه الحالة عبارة عن مجموعة من الكروت التى يستعمل منها ما يلزم للحاجة فقط . أيضاً يمكن استخدام نوعى الذاكرة (إما RAM أو ROM) على أى واحد من هذه الكروت ، فقط يجب الحرص عند توصيل خطوط التحكم، \overline{MEMR} و \overline{MEMW} . خلاصة القول أن نظام الكروت هذا يمكن أن يحور أو يعدل ليتناسب مع أى تصميم مطلوب . شكل (9-13) يبين الدائرة الكاملة لأحد البلوكات السابقة وقد

استخدمنا معه شريحة الذاكرة رقم 6116 التي تحتوى على 2 كيلوبايت RAM استاتيكية . هذه الشريحة متوافقة تماما من حيث وظيفة الأطراف مع الشريحة رقم 2716 التي تحتوى على 2 كيلوبايت EPROM بحيث أنه يمكن استخدام أى واحدة من الشريحتين مكان الأخرى .





إن جميع محتويات هذا الفصل ليست خاصة بمعالج بعينة دون الآخر ولكنها تتناسب أي واحد من المعالجات التي هي تحت الدراسة في هذا الكتاب ، ولقد رأينا في الفصل السابق كيف حصلنا على المسارات الثلاثة لكل معالج في الصورة المناسبة لعملية المواجهة ولذلك فإننا نلاحظ أن الشرح لم يكن موجهاً إلى أي

معالج بعينة ولكن كل ما قيل فى هذا الفصل يمكن تطبيقه مع أى واحد من المعالجات تحت الدراسة فى هذا الكتاب .

9-4 تمارين

1. مطلوب توصيل شريحة ذاكرة EPROM سعتها 2 كيلوبايت على معالج ، ما هى أبسط الطرق لتوصيل هذه الشريحة مع العلم أنها ستكون شريحة الذاكرة الوحيدة ؟
2. مطلوب توصيل شريحتي ذاكرة EPROM و RAM سعة كل منهما 2 كيلوبايت على المعالج ، ما هى أبسط الطرق لذلك مع العلم أنهما شرائح الذاكرة الوحيدة الموصلة على المعالج ؟
3. لديك العديد من شرائح الذاكرة RAM و EPROM التى سعة كل منها 1 كيلوبايت ، ارسم نظام ذاكرة متكامل مكون من بلوكات واقترح أنت عدد البلوكات الذى ستستعمله ؟ اكتب عنوان البداية وعنوان النهاية لكل بلوك وكل شريحة ؟
4. ارسم نظام ذاكرة متكامل مكون من 16 بلوك مستخدما شرائح كل منها 4 كيلوبايت ؟ اكتب عنوان البداية وعنوان النهاية لكل بلوك وكل شريحة ؟
5. أعد السؤال الرابع إذا كانت الشرائح المستخدمة سعة كل منها 4 كيلوبايت أيضا ولكن مسار البيانات لكل منها 4 بتات بدلا من 8 ؟

الفصل العاشر

الإدخال والإخراج

Input and Output

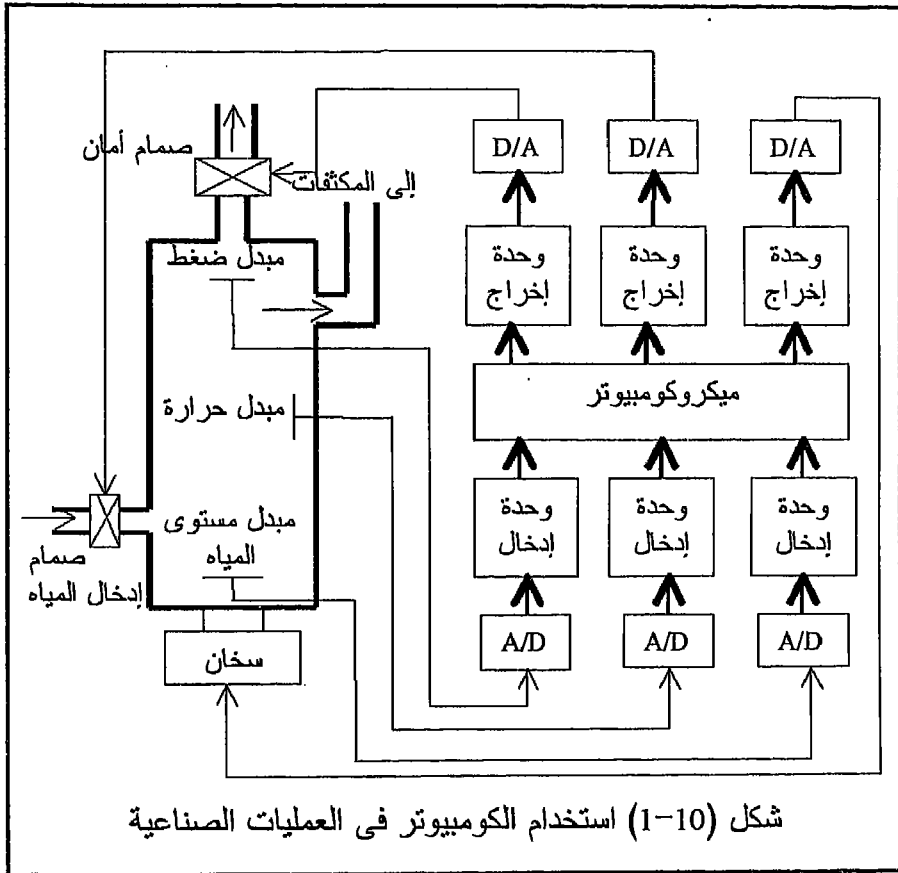
1-10 مقدمة

بالإضافة إلى وحدة التحكم المركزي أى ال cpu والذاكرة بأنواعها فإن الكمبيوتر ودوائر التحكم التى تستخدم المعالجات أو الكمبيوتر لا بد وأن تحتوى على وحدات لإدخال وإخراج المعلومات والتى من شأنها تسهيل عملية تبادل المعلومات بين الأجهزة المحيطة والمعالج . الأجهزة المحيطة مثل الطابعات والشاشات والمحولات من رقمى إلى تماثلى والعكس وأى أجهزة خارجية يقوم المعالج بالتحكم فيها أو التعامل معها . لقد رأينا فى الفصل السابق كيفية توصيل المعالج على شرائح الذاكرة سواء كانت RAM أو ROM وسنقوم فى هذا الفصل بعرض كيفية بناء وتوصيل المعالج على بوابات الإخراج والإدخال . ونؤكد هنا أيضا أن محتويات هذا الفصل ليست خاصة بمعالج بعينه دون الآخر ولكنها صالحة للاستخدام مع أى واحد من المعالجات التى نستخدمها فى هذا الكتاب وبالذات بعد أن رأينا فى الفصل الثامن كيفية الحصول على المسارات المختلفة للمعالجات وتهيئتها . لكى ننمى الإحساس لدينا بأهمية الحاجة إلى بوابات الإخراج والإدخال وأين ومتى تكون الحاجة إليها ماسة سنعرض الآتى :

إن وجود شريحة المعالج كوحدة عمليات مركزية داخل الميكروكمبيوتر ليست الوظيفة الوحيدة لمثل هذا النوع من الشرائح . هناك مجال واسع من الاستخدامات والتطبيقات لهذه الشرائح وهو استخدامها كعنصر أساسى من عناصر أنظمة التحكم ، فمثلا التحكم فى أى عملية كيميائية يمكن لشرائح المعالجات أن تلعب دورا مهما فيه ، التحكم فى عمليات خلط البنزين والهواء داخل السيارة مجال من المجالات التى استخدمت هذه الشرائح . إن هذه مجرد أمثلة بسيطة ولكن مجمل القول هو أن شرائح المعالجات تلعب فى الوقت الحالى دورا مهما جدا فى معظم العمليات الصناعية بل وفى الكثير من الأجهزة والآلات التى نستخدمها فى حياتنا اليومية .

شكل (1-10) يبين نظاما بسيطا لتقطير المياه وقد استخدم الكمبيوتر كعنصر أساسى من عناصر التحكم فيه . إن المياه المطلوب تقطيرها يتم تسخينها باستخدام سخان إلى أن يتحول الماء إلى بخار فى أعلى التتلك حيث يتم سحب هذا البخار فى أنبوبة يمين أعلى التتلك حيث يتم تكثيف البخار إلى مياه نقية . إن السخان يجب أن يتوقف عندما تصل درجة حرارة المياه إلى درجة قصوى ويعاد تشغيله إذا وصلت الحرارة إلى حد أدنى ، ويتم ذلك عن طريق ميكروكمبيوتر مخزن فيه كل من الدرجتين العظمى والصغرى ويقوم الكمبيوتر بقراءة درجة حرارة التتلك من خرج مبدل (Transducer) لدرجة الحرارة على فترات زمنية محددة ويقارنها بالدرجتين العظمى والصغرى ويقرر إذا كان سيشغل السخان أم يوقفه . بنفس الطريقة يقرأ الكمبيوتر مبدل مستوى المياه فى التتلك ويقارنها

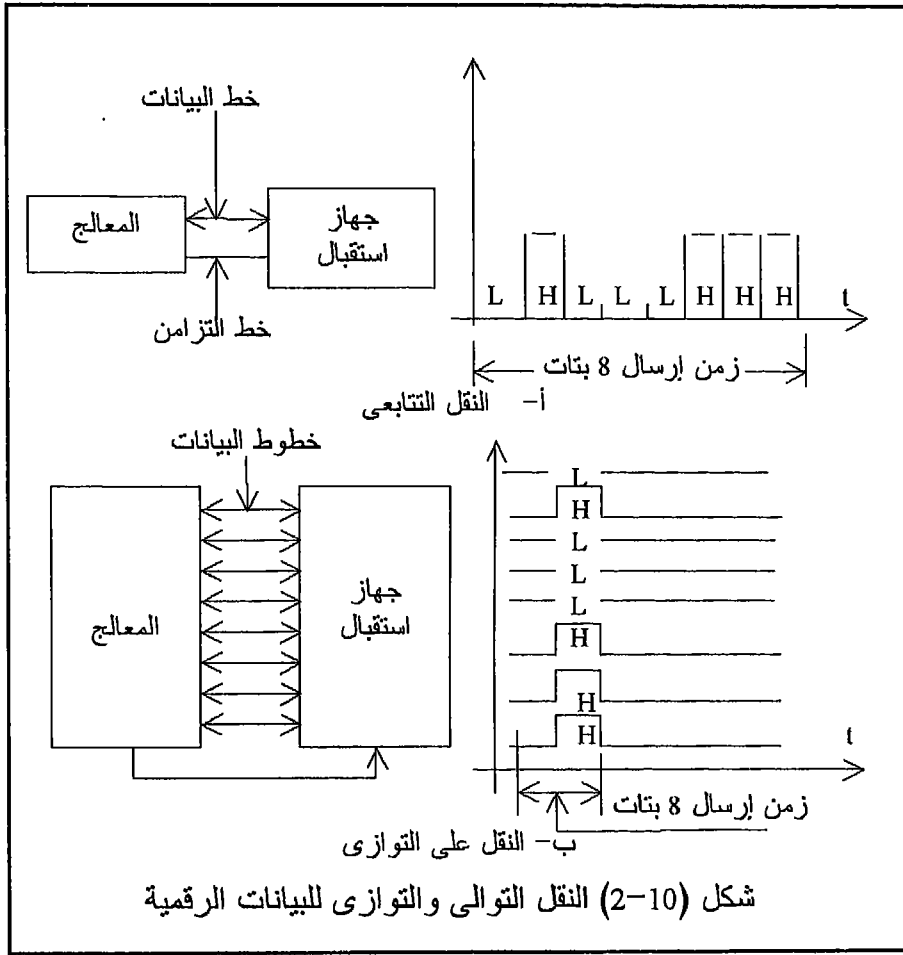
بأعلى وأقل قيمة لمستوى المياه حيث هاتان القيمتان مخزنتان في الذاكرة ويقرر بناء على ذلك إذا كان سيتم فتح أو غلق صمام إدخال المياه . إن ضغط بخار الماء الموجود في أعلى التتلك من الممكن أن يزيد إلى درجة الخطورة ، لذلك فقد تم وضع مبدل للضغط في هذا الجزء من التتلك حيث يقوم الميكروكومبيوتر من وقت لآخر بقراءة خرج هذا المبدل ومقارنتها بقيمتين عظمى وصغرى وعلى ضوء هذه المقارنة يقرر إذا كان سيتترك صمام الأمان مغلقاً أم يفتحه لفترة محددة من الزمن لتقليل الضغط في أعلى التتلك . من ذلك نرى أن مهمة الميكروكومبيوتر هي الاحتفاظ بدرجة حرارة التتلك ومستوى المياه فيه وكذلك مستوى الضغط في أعلاه عند القيمة المثلى لكل منها . إن عدد المتغيرات التي يتم التحكم فيها بواسطة الميكروكومبيوتر من الممكن أن يكون أكثر من ذلك بكثير . بل وعادة ما تكون عملية التحكم في متغيرات تلك المياه هذه عبارة عن جزء بسيط من عمليات تحكم أخرى يقوم الكومبيوتر بالتحكم فيها داخل أحد المصانع .



إن أهم ما يجب ملاحظته في هذا المثال الموجود في شكل (10-1) هو عملية الربط بين عالم الرقميات المتمثل في الكمبيوتر حيث تكون جميع الإشارات الموجودة رقمية فقط (Digital) ، وعالم التناظريات أو التماثلات المتمثل في تلك المياه وإشارات التحكم فيه حيث تكون جميع هذه الإشارات تماثلية (Analog) . فمثلا لكي يعمل السخان لابد من توصيله بجهد عال (220 فولت مثلا) ، وكذلك لكي تفتح أو تغلق أيا من الصمامات لابد من استخدام هذا الجهد العالي ، إذن كيف يتم هذا الربط ؟ أو بمعنى آخر كيف تحول الإشارات الرقمية الخارجة من الكمبيوتر إلى إشارات تماثلية أو جهد عال يتم به تشغيل السخان مثلا؟ وكيف يتم أخذ الإشارة الخارجة من أى من المبدلات وهى إشارة تماثلية غالبا ما تكون ضعيفة ، كيف يتم تحويلها إلى إشارة رقمية يمكن للكمبيوتر أن يتعامل معها ؟ جميع هذه الأسئلة وغيرها سيتم الإجابة عنها فى هذا الفصل والفصول القادمة . قبل الإجابة عن هذه الأسئلة سنبدل بعض الوقت فى التعرف على كيفية إدخال وإخراج المعلومات إلى ومن الكمبيوتر بافتراض أن هذه المعلومات موجودة فى الصورة الرقمية .

10-2 طرق إرسال واستقبال المعلومات الرقمية

إن المعلومات التى يتم إدخالها أو إخراجها من أو إلى الكمبيوتر تكون إما فى صورة تتابعيه Serial data أو فى صورة متوازية Parallel data وكل من الصورتين له مميزاته والاستخدامات الخاصة التى تحتاج إليه بالضرورة . فى الطريقة التتابعية يتم إرسال المعلومات من وإلى الأجهزة الخارجية على خط واحد فقط ولا يرسل على هذا الخط إلا بت bit واحدة فقط فى نفس وحدة الزمن وهى ال Clock ، بحيث أنه لكي يتم إرسال معلومة من ثمانية بتات مثلا فإننا نحتاج إلى زمن مقداره ثمانى نبضات تزامن لكي نرسل هذه المعلومة . أما فى الطريقة المتوازية فإن المعلومات يتم إرسالها من وإلى الكمبيوتر على أكثر من خط واحد ، وعادة ما يكون عدد هذه الخطوط يساوى عدد الخطوط فى مسار البيانات للكمبيوتر الذى يتم التعامل معه وفى هذه الحالة فإننا لكي نرسل معلومة من ثمانى بتات مثلا سنحتاج إلى ثمانية خطوط متوازية بحيث ترسل كل بت على خط منفصل من هذه الخطوط وبالطبع فإنه فى هذه الحالة سترسل جميع هذه البتات فى خلال نبضة تزامن Clock واحدة فقط ، لذلك فإن هذه الطريقة أسرع بكثير فى إرسال المعلومات من الطريقة التتابعية السابقة . شكل (10-2) يبين رسما توضيحيا لطرق إرسال المعلومات بالطريقتين التتابعية والمتوازية .



إن عملية إدخال أو إخراج معلومة من أو إلى الكمبيوتر تتكون من جزأين ، الجزء الأول منها هو برنامج Software يقوم الكمبيوتر بتنفيذه ، والجزء الثانى هو دائرة Hardware يتم بناؤها لى تقوم بدور الوسيط بين الكمبيوتر والأجهزة الخارجية . لكتابة برنامج يقوم بإدخال أو إخراج معلومات من أو إلى الكمبيوتر فإن هناك أيضا طريقتين : الطريقة الأولى يتم فيها استخدام الأمر IN لإدخال المعلومة والأمر OUT لإخراجها والتي تسمى بطريقة خريطة الإدخال والإخراج للإدخال والإخراج Input Output mapped I/O . الطريقة الثانية وفيها يتم استخدام خريطة ذاكرة الكمبيوتر ولذلك تسمى هذه الطريقة Memory mapped I/O حيث يعامل الجهاز الخارجى كما لو كان بايت Byte من بايتات الذاكرة ولذلك يمكن مع هذه الطريقة استخدام أوامر المعالج العادية مثل الأوامر STA, LDA, MOV, وذلك على العكس من الطريقة الأولى والتي لا يستخدم معها إلا

الأمريـن IN, OUT فقط . سيأتى شرح هذه الطريقة فيما بعد وكذلك سنرى أن الدائرة أو الـ Hardware الذى يستخدم مع كل من الطريقتين لا يختلف كثيرا .

10-3 الطريقة الأولى من طرق الإدخال والإخراج باستخدام الأمريـن OUT, IN

هذه الطريقة من طرق الإدخال والإخراج لا تستعمل مع المعالج MC6800 على الإطلاق حيث لا تحتوى قائمة أوامر هذا المعالج على الأمريـن IN و OUT ولكن تستخدم معه طريقة خرائط الذاكرة التى سنشرحها فى الجزء القادم إن شاء الله .

كما نعلم فإن الأمريـن IN, OUT يتكون كل منهما من 2 بايت ، البايـت الأولى هى شفرة الأمر ، أما البايـت الثانية فتحتوى على رقم بوابة الإخراج أو الإدخال التى سيتم التعامل معها . كما نعلم أيضا فإن البايـت تتكون من ثمانى بتات ولذلك فإنه يمكن تشفير عدد من بوابات الإدخال أو بوابات الإخراج يصل إلى 256 بوابة (2⁸) . عندما يقوم المعالج بتنفيذ الأمر OUT أو الأمر IN فإن رقم البوابة يتم وضعه على الثمانية خطوط الأولى من مسار العناوين ، فمثلا عند تنفيذ الأمر OUT 05 حيث 05 هى رقم أو عنوان بوابة الإخراج فإن المعالج يضع الرقم 05 على مسار العناوين كالتالى :

A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
0	0	0	0	0	1	0	1

أما محتويات مسجل التراكم وهى المعلومة المطلوب إخراجها فيتم وضعها على مسار البيانات تمهيدا لالتقاطها بواسطة بوابة الإخراج فى اللحظة المناسبة . كذلك الحال بالنسبة للأمر IN فمثلا عند تنفيذ الأمر IN 3F فإن رقم بوابة الإدخال وهو 3F يقوم المعالج بوضعه على مسار العناوين كالتالى :

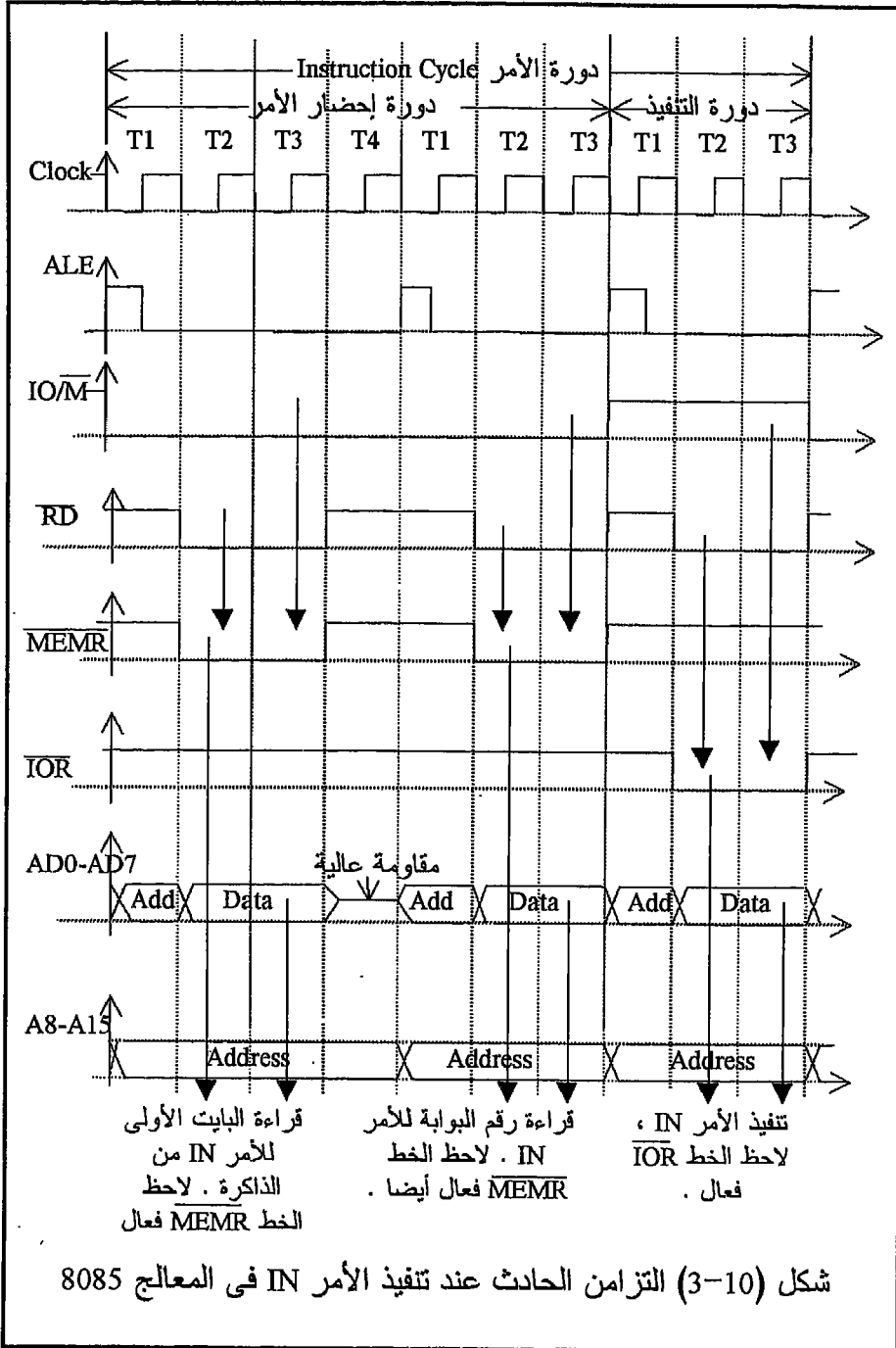
A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
0	0	1	1	1	1	1	1

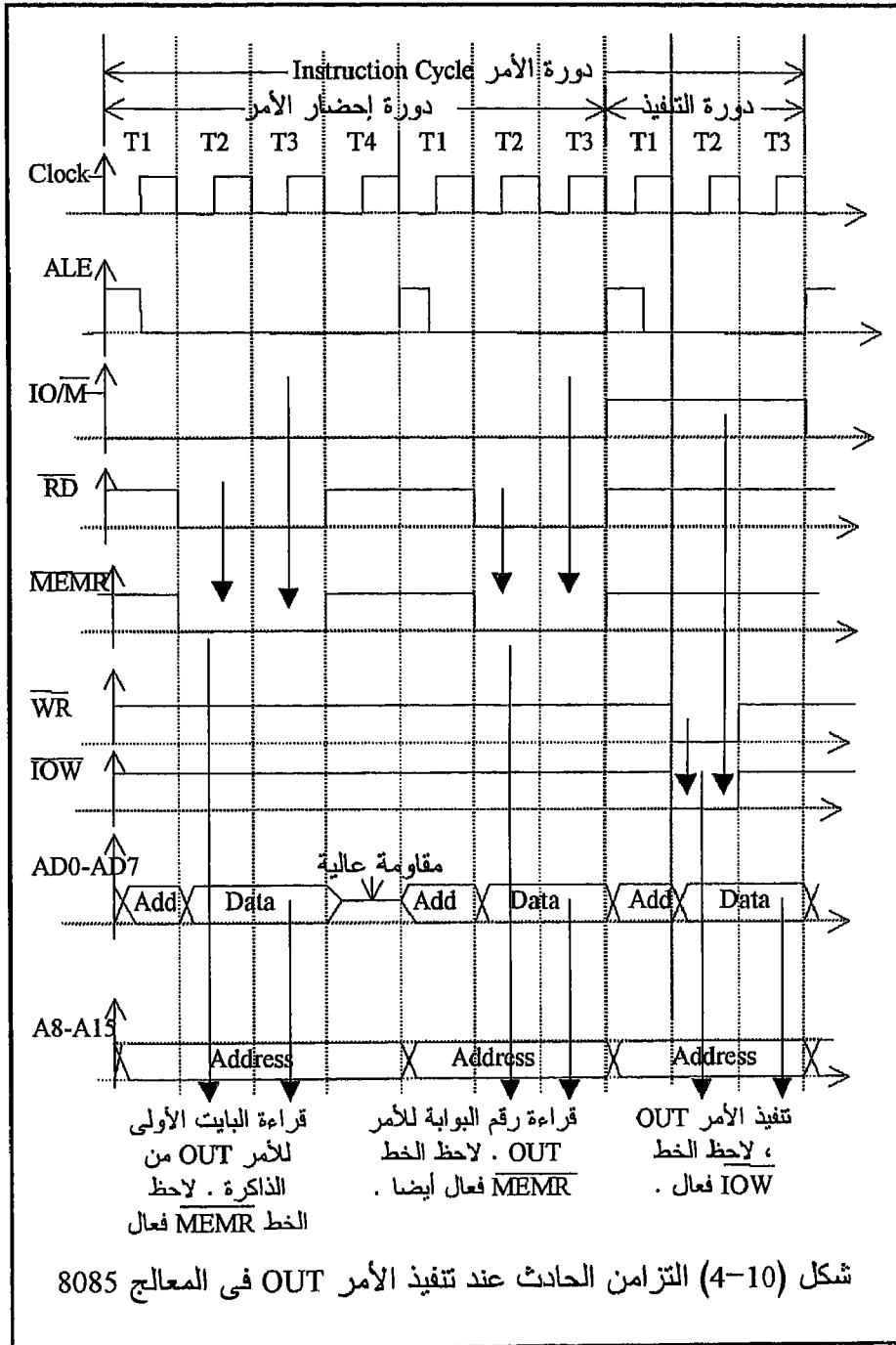
أما المعلومة المراد إدخالها فتنتقل من مسار البيانات الذى يكون متصلا ببوابة الإدخال فى هذه اللحظة إلى مسجل التراكم ، ويجب التأكيد هنا على أنه فى أثناء تنفيذ الأمر OUT فإن الخط \overline{IOW} من مسار التحكم يكون فعالا أى صفرا ، وكذلك فى أثناء تنفيذ الأمر IN فإن الخط \overline{IOR} من مسار التحكم يكون فعالا ويساوى أيضا صفرا . لذلك فإن الخطين \overline{IOW} و \overline{IOR} مهمان جدا فى بناء كل من دائرتى الإدخال والإخراج كما سنرى ، ولقد رأينا فى فصل سابق كيفية الحصول على هذه الخطوط مع كل معالج نقوم بدراسته فى هذا الكتاب .

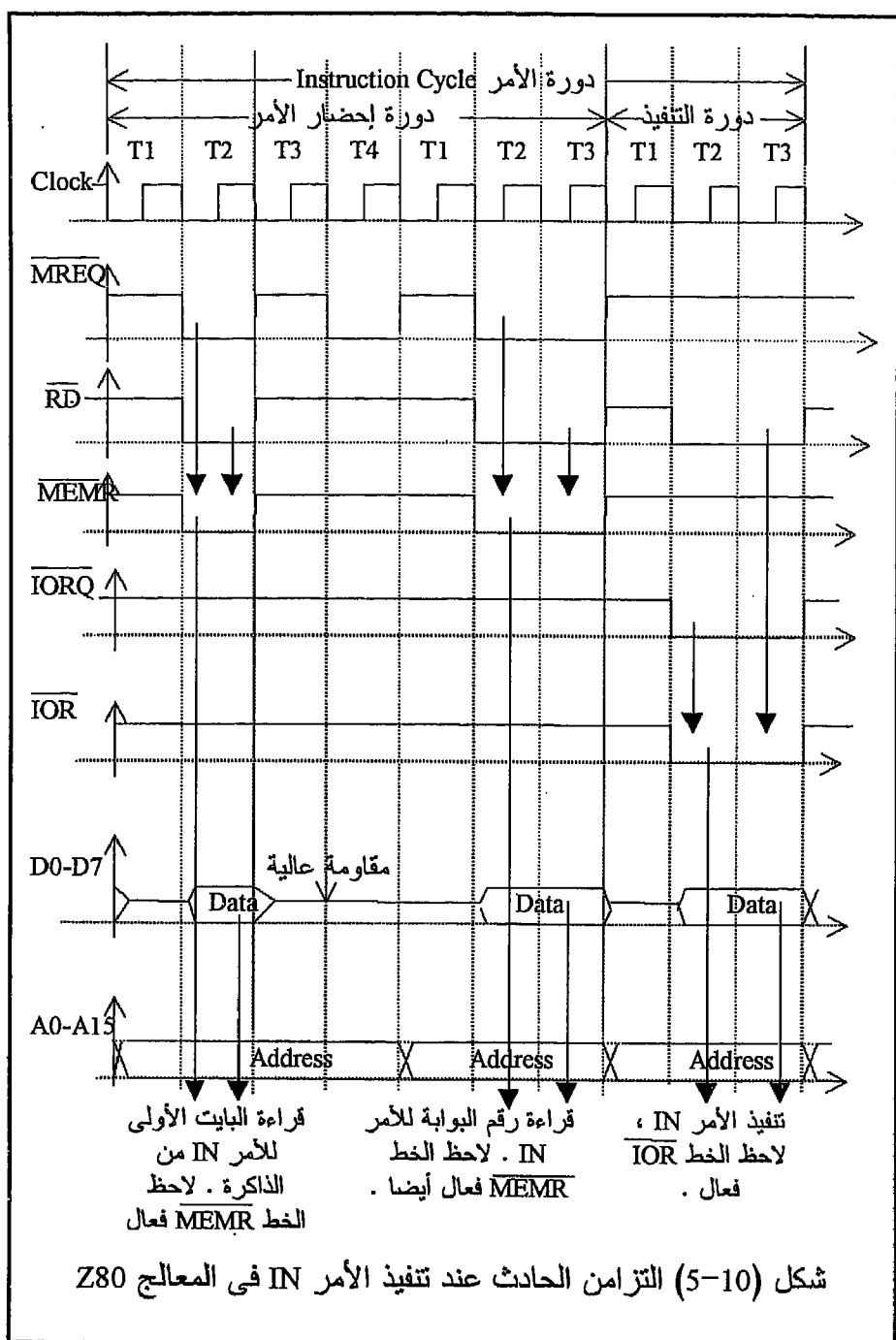
الشكلان (10-3) و (10-4) يبينان التزامن الموجود على جميع خطوط التحكم التي تتأثر بالأمرين IN و OUT في حالة المعالج 8085 . هذان الشكلان يستحقان التأمل والتدقيق من قبل أى قارئ حيث أنه يمكن منهما ملاحظة وفهم الكثير من طريقة تنفيذ المعالج لأى أمر والتزامن الذى يحدث بين إشارات التحكم المختلفة . شكلا (10-5) و (10-6) يبينان التزامن الموجود على جميع خطوط التحكم التي تتأثر بالأمرين IN و OUT في حالة المعالج Z80 وهذان الشكلان يستحقان التدقيق أيضا من جميع القراء لملاحظة مدى التشابه بين معظم هذه الإشارات .

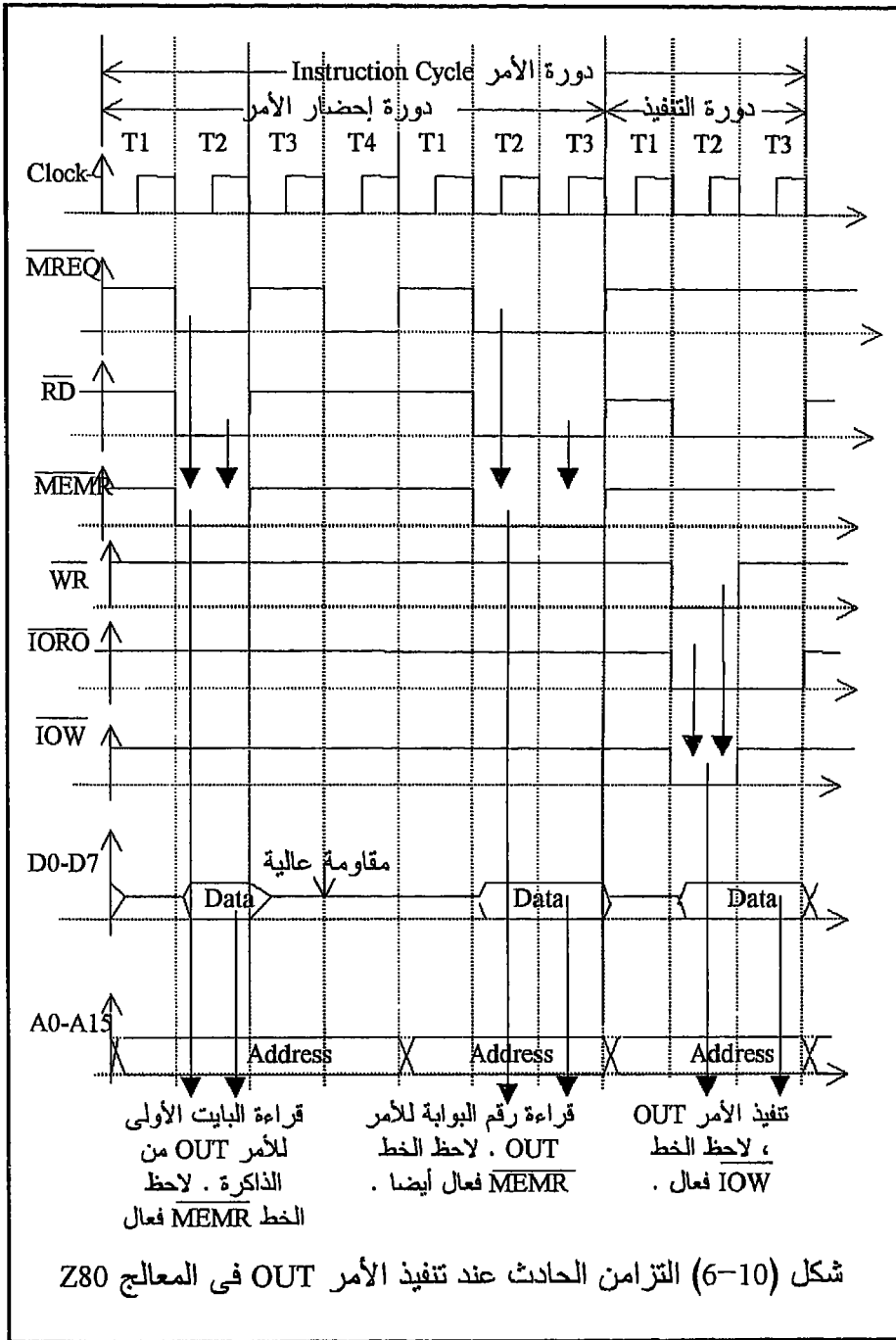
10-3-1 دائرة بوابة الإخراج Output port

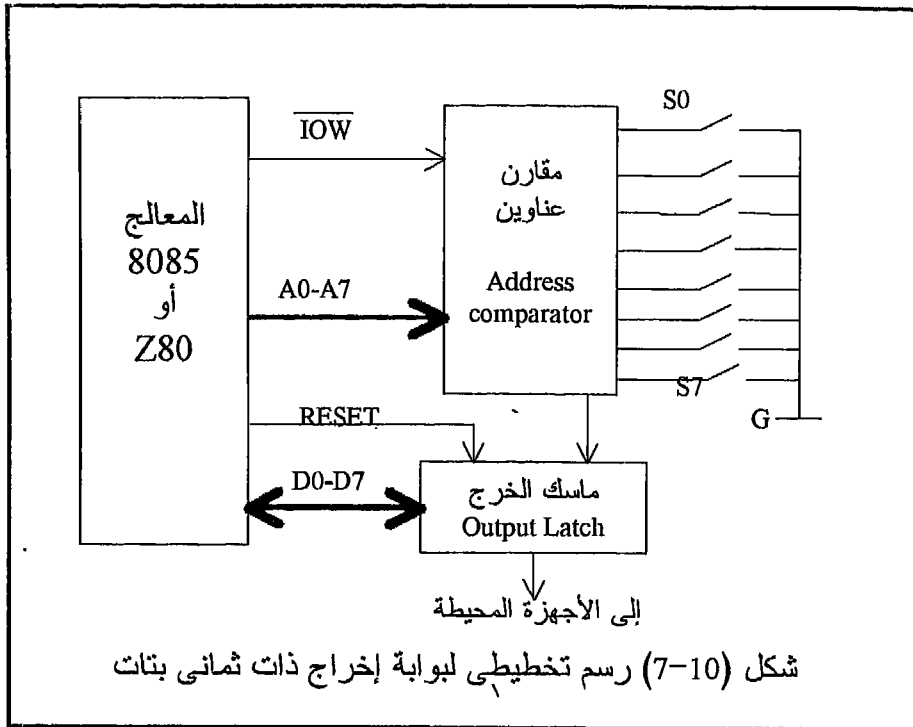
شكل (10-7) يبين رسما تخطيطيا لبوابة إخراج . كما رأينا فإن كلا من الشريحة Intel 8085 و Z80 يمكنها التعامل مع بوابة إخراج يمكن ترقيمها من البوابة رقم صفر إلى البوابة رقم 255 . لذلك فقد خصصت المفاتيح S1 إلى S8 لاختيار رقم للبوابة ووضعها في الصورة الثنائية باستخدام هذه المفاتيح . عند تنفيذ الأمر OUT فإن رقم البوابة كما ذكرنا من قبل يظهر على الثمانية خطوط الأولى من مسار العناوين A0 إلى A7 . هنا تكون مهمة مقارن العناوين Address Comparator حيث يقارن الرقم الموجود على مسار العناوين مع الرقم الموضوع بالمفاتيح ، فإذا تطابق الرقمان يقوم مقارن العناوين بإعطاء إشارة خرج تدل على ذلك ، وإذا لم يتطابقا يظل خرجة خاملا دون تغيير . تستخدم إشارة الخرج القادمة من مقارن العناوين لتشغيل ماسك الخرج Output latch ذى الثمانية بتات كما هو مبين بشكل (10-7) . لاحظ أن دخل ماسك الخرج متصل بمسار البيانات والذى توضع عليه المعلومة المراد إخراجها فى أثناء تنفيذ الأمر OUT ، وفى حالة وجود إشارة الخرج القادمة من مقارن العناوين يقوم ماسك الخرج بنقل المعلومة الموجودة على دخله إلى خرجة حيث يمكن إظهارها على شاشة أو مظهرات أو الاستفادة منها فى أى غرض من الأغراض . الذى يهمنا الآن هو أن المعلومة الموجودة داخل المعالج وبالتحديد فى مسجل التراكم تم إخراجها على ماسك حيث من هنا تبدأ الاستفادة بها . لاحظ أيضا أن الخط IOW تم استخدامه كخط تشغيل مع مقارن العناوين بحيث لا يعمل مقارن العناوين إلا إذا كان هذا الخط فعالا أى يساوى صفرا .





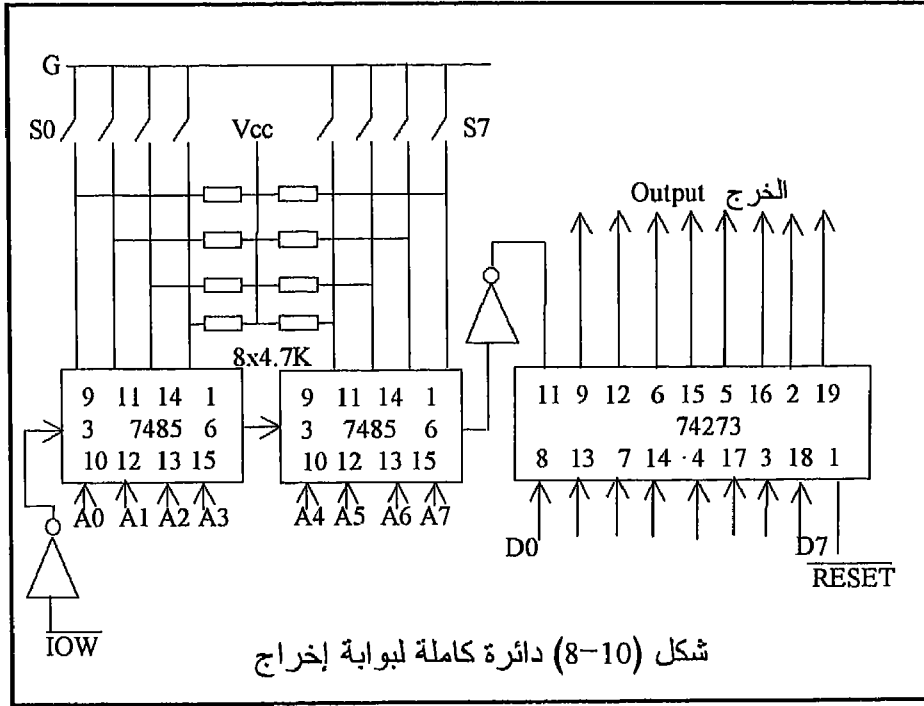






شكل (8-10) يبين الدائرة الكاملة لبوابة الإخراج . الشريحتان 7485 كل منهما عبارة عن مقارن ذى أربع بتات حيث يكون خرج الشريحة على الطرف 6 يساوى High إذا كانت كل بت من الدخل A تساوى نظيرتها من الدخل B وكان دخل الشريحة على الطرف 3 يساوى High أيضا . لذلك فإن الإشارة IOW تم إدخالها على الطرف 3 للشريحة الأولى وتم توصيل خرج هذه الشريحة (الطرف 6) إلى دخل الشريحة الثانية (الطرف 3) ، بذلك تعمل الشريحتان كمقارن ذى ثمانى بتات يؤخذ خرجه من الطرف 6 للشريحة الثانية . هذا الخرج من الشريحة الثانية يستخدم كنضات تزامن Clock للشريحة 74273 وهى الماسك وذلك بعد عكسه . الشريحة 74273 عبارة عن ماسك ذى ثمانى بتات وعند عبور التزامن (الطرف 11) من Low إلى High تنتقل الإشارة الموجودة على الدخل إلى الخرج مباشرة . الطرف 1 للشريحة 74273 خاص بالتصفير Clear أو CLR بحيث عندما يكون هذا الطرف Low يصبح كل خرج الشريحة يساوى صفر ولذلك فقد تم توصيل هذا الطرف على ال RESET لضمان أن يكون خرج الماسك يساوى صفرا عند بداية التشغيل . لاحظ أن الاستفادة من الخرج تبدأ من هنا حيث يمكن توصيل خرج الماسك على محول رقمى/تمائلى أو على مظهر وذلك على حسب

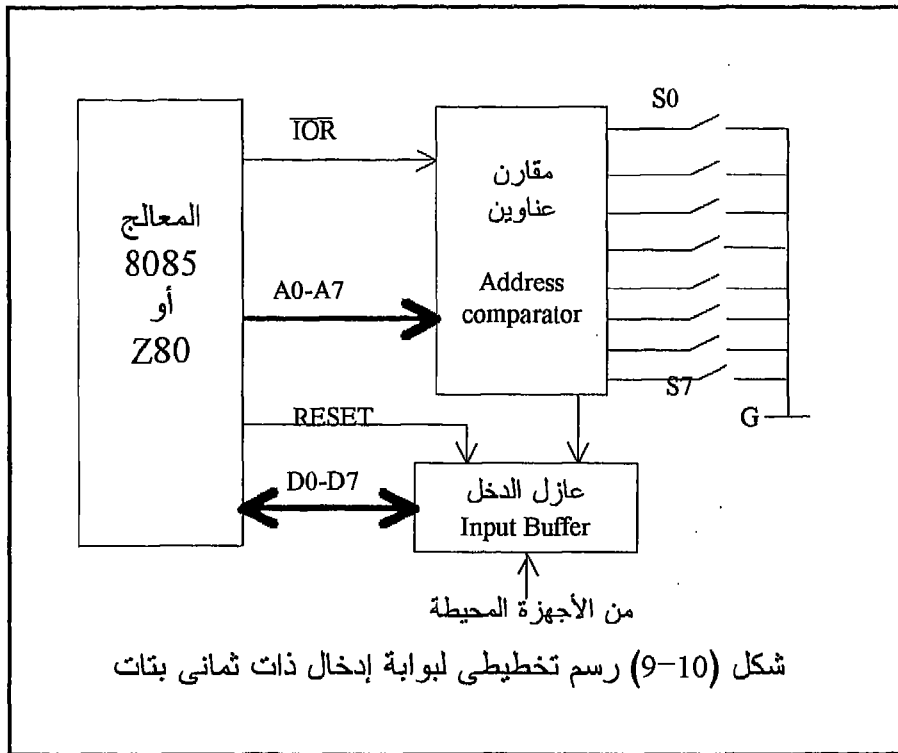
التطبيق الذى ستستخدم فيه هذه البوابة . لقد كان من الممكن استخدام منتخب decoder بدلا من مقارن العناوين ولكن ميزة استخدام المقارن أنه يمكن تغيير رقم أو عنوان البوابة على حسب الطلب باستخدام المفاتيح S0 إلى S7 .



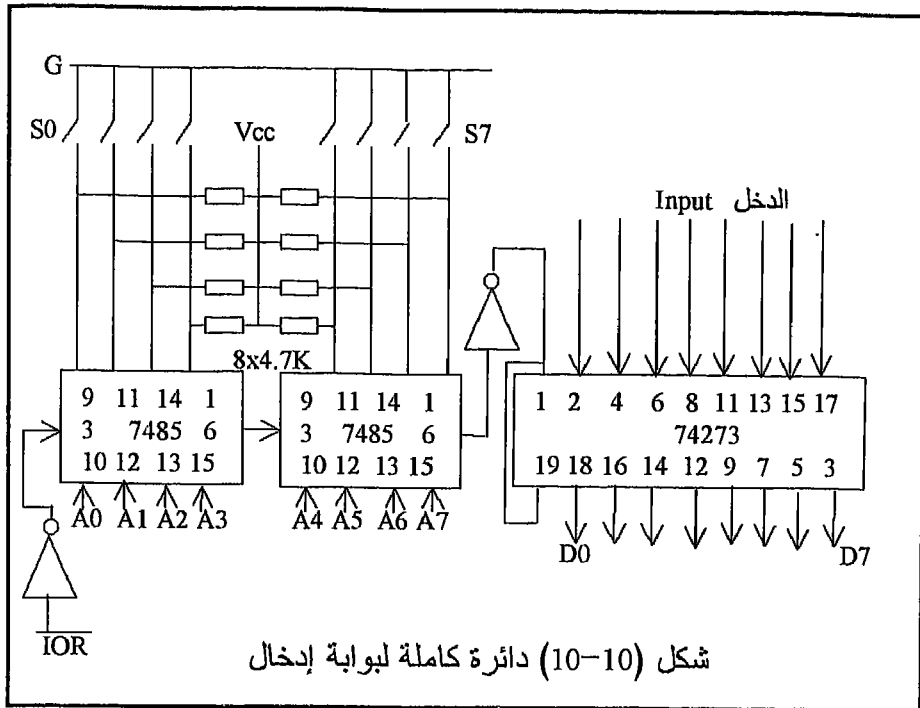
2-3-10 دائرة بوابة الإدخال Input port

شكل (9-10) يبين رسما تخطيطيا لبوابة إدخال . كما علمنا فإن كلا من الشريحة Intel 8085 و Z80 يمكنهما التعامل مع 256 بوابة إدخال والتي يمكن ترقيمها أو عنوانها من البوابة رقم صفر حتى البوابة رقم 255. لذلك فقد خصصت المفاتيح S1 حتى S8 لاختيار رقم للبوابة ووضعه فى الصورة الثنائية باستخدام هذه المفاتيح . عند تنفيذ الأمر IN فإن رقم البوابة كما ذكرنا من قبل يظهر على الثمانية خطوط الأولى من مسار العناوين A0 إلى A7 ، لذلك فإن مهمة مقارن العناوين تكون هى مقارنة الرقم الموجود على مسار العناوين مع الرقم الموضوع بالمفاتيح ، فإذا تطابق الرقمان يعطى إشارة خرج وإذا لم يتطابق يظل الخرج خاملا أى غير فعال . تستخدم إشارة الخرج القادمة من مقارن العناوين لتشغيل عازل Buffer ذو ثمانى بتات الذى رقمه 74244 ، انظر إلى محتويات هذه الشريحة فى الفصل الثامن . إن دخل العازل متصل بالمصدر

الذى تأتى منه المعلومة المراد إدخالها إلى المعالج ، لاحظ أنه عندما يكون مقارن العناوين خاملاً أى أن خرجة غير فعال فإن العازل أيضاً سيكون غير فعال وسيكون خرجة عبارة عن مقاومة عالية حتى لا يسبب تحميلاً لمسار البيانات Short circuit فى حالة اتصال مسار البيانات بأى جهاز آخر ولقد عرفنا ذلك فى دراستنا لبوابات المنطق الثلاثى . لقد تم استخدام الخط \overline{IOR} كخط تشغيل مع مقارن العناوين بحيث لا يعمل مقارن العناوين إلا إذا كان هذا الخط فعالاً أى يساوى صفراً .



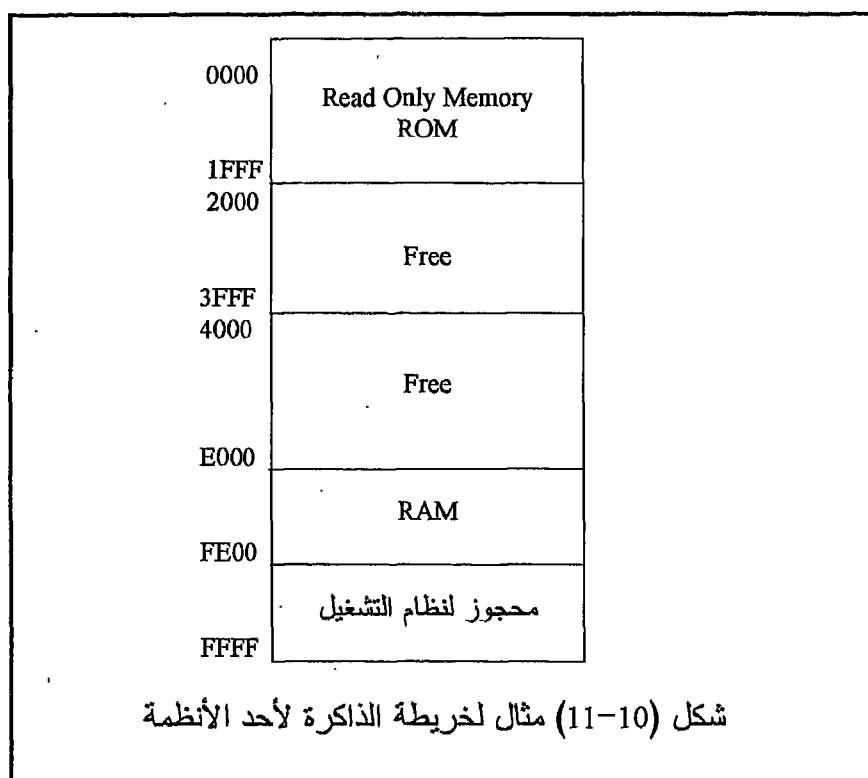
شكل (10-10) يبين الدائرة الكاملة لبوابة إدخال . لاحظ مدى التناظر بين هذه الدائرة ودائرة بوابة الإخراج . الفرق الأساسى هو استخدام ماسك للخرج فى حالة بوابة الإخراج لمسك المعلومة التى سيتم إخراجها أما فى حالة بوابة الإدخال فيستخدم عازل Buffer لعزل مسار البيانات عن المصدر الذى تدخل منه المعلومة .



10-4 الطريقة الثانية من طرق الإخراج والإدخال باستخدام خريطة الذاكرة Memory mapped I/O

إن خريطة الذاكرة لأي حاسب هي عبارة عن رسم تخطيطي يبين فيم تستخدم كل بايت من بايتات الذاكرة ابتداء من أول بايت إلى آخر بايت في الذاكرة . فمثلا خريطة الذاكرة الخاصة بالميكروكمبيوتر الذي نستخدمه مع أمثلة هذا الكتاب والموضحة في شكل (10-11) فيها البايئات ابتداء من 0000 إلى 1FFF مشغولة بذاكرة قراءة فقط EPROM , Read only memory , أما نظام التشغيل الخاص بهذا الميكروكمبيوتر فيشغل الذاكرة ابتداء من الباييت FC00 إلى FFFF. انظر إلى شكل (10-11) لتتعرف فيما تستخدم باقي الذاكرة . يمكن كما سنرى استخدام طريقة خرائط الذاكرة للإدخال والإخراج مع أي معالج ولكن مع المعالج MC6800 فإن هذه الطريقة هي الوحيدة التي يمكن استخدامها معه وذلك لأن هذا المعالج ليس لديه أوامر إدخال وإخراج مثل أبناء جيله 8085 و Z80 . في هذه الطريقة من طرق الإدخال والإخراج تعامل بوابة الإدخال أو الإخراج كما لو كانت بايت من بايتات الذاكرة ولذلك فإن جميع أوامر المعالج الخاصة

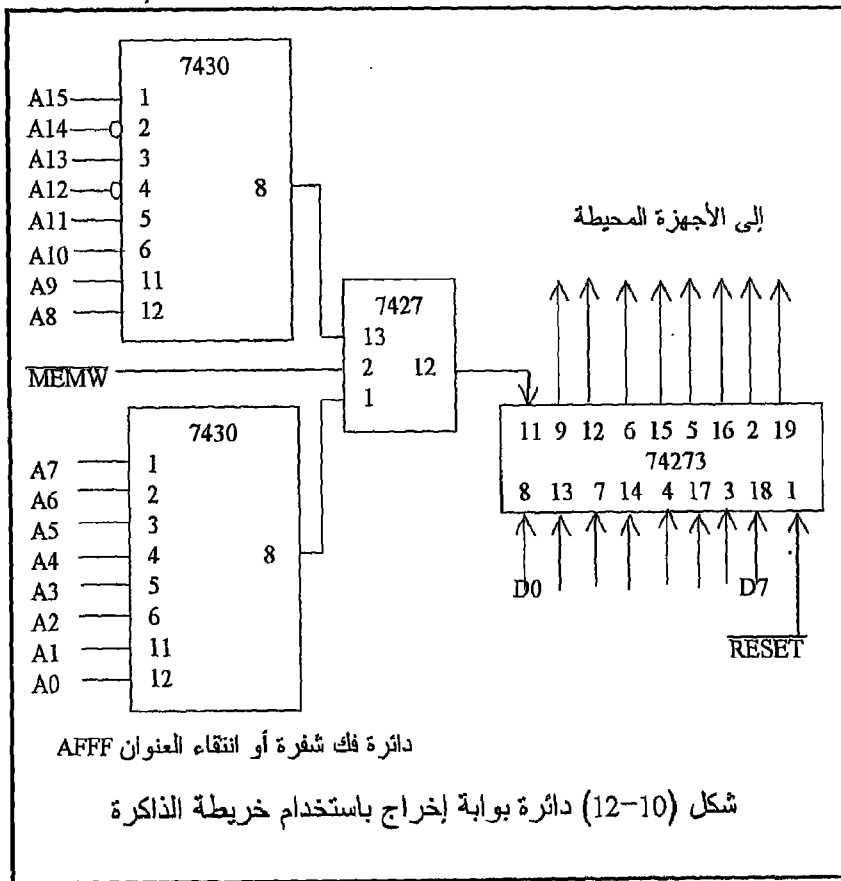
بالتعامل مع الذاكرة يمكن استخدامها في هذه الحالة . لكي نستخدم بايت من بايتات الذاكرة في هذا الغرض فإنه يجب التأكد من أن هذه الباييت غير مستخدمة في أى غرض من أغراض التخزين الأخرى ويمكن معرفة ذلك طبعا بعد النظر في خريطة الذاكرة وانتقاء الباييت المناسبة لذلك بحرص شديد . بالنظر في خريطة الذاكرة فإننا سنبتعد عن مساحات الذاكرة المستخدمة لنظام التشغيل والمستخدم كذاكرة قراءة فقط وكذلك المستخدمة كذاكرة تخزين Read/Write memory وسنلجأ للمساحة المحددة بالعنوانين A000 إلى BFFF مثلا وسوف نستخدم أى مكانين في هذه المساحة أحدهما كبوابة إدخال والآخر كبوابة إخراج. إنه في هذا المجال يجب أن نذكر جيدا أنه عندما تقوم شريحة المعالج بتنفيذ أى أمر من الأوامر التى تتعامل مع الذاكرة فإن عنوان المكان الذى سيتم التعامل معه يوضع على مسار العنوانين (16 خطا) وفي هذه الحالة فإن خطى التحكم MEMR و MEMW يوضحان ما إذا كان هذا التعامل سيكون بغرض القراءة من الذاكرة أو الكتابة فيها على حسب ما سيكون أى من الخططين فعالا . لذلك فإن كلا من هذين الخططين سيلعبان دورا مهما فى عملية التفسير الخاصة ببوابة الإدخال أو بوابة الإخراج كما سنرى فيما يلى :



10-4-1 دائرة بوابة إخراج باستخدام خريطة الذاكرة

افترض مثلاً أنه بالنظر في خريطة الذاكرة الخاصة بالميكروكمبيوتر الذى نستخدمه وجدنا أن مساحة الذاكرة التى تبدأ من المكان A000 إلى المكان BFFF غير مستخدمة لأى غرض من أغراض التخزين ، لذلك فإننا سنستخدم أحد أماكن هذه المساحة كبوابة إخراج وليكن مثلاً المكان رقم AFFF . شكل (10-12) يبين دائرة مقترحة لهذه البوابة . عند تنفيذ الأمرين :

MVI A,05
STA AFFF



بواسطة المعالج فإن الأمر الأول سيضع الرقم 05 فى سجل التراكم والأمر الثانى سيتسبب فى وضع العنوان AFFF على مسار العناوين (A0 إلى A15) وسيجعل الخط MEMW فعالاً ، ثم يضع محتويات سجل التراكم على مسار البيانات ، لذلك فإنه بالنظر إلى شكل (10-12) فإن خرج فاكك الشفرة سيكون فعالاً مما يسبب نبضة تزامن Clock pulse للماسك (الشريحة 74273) الذى يقوم بإخراج محتويات مسار البيانات على الخرج وذلك هو المطلوب من أى بوابة إخراج حيث يمكن فى هذه الحالة الاستفادة من الخرج أو إظهاره على شاشة أو مظهر من أى نوع كما فعلنا مع بوابة الإخراج سابقاً . لاحظ أنه يمكن استخدام مقارن للعناوين كما فى الأجزاء السابقة بدلا من فاكك الشفرة أو منتقى العنوان AFFF الموجود فى شكل (10-12) .

10-4-2 دائرة بوابة إدخال باستخدام خريطة الذاكرة

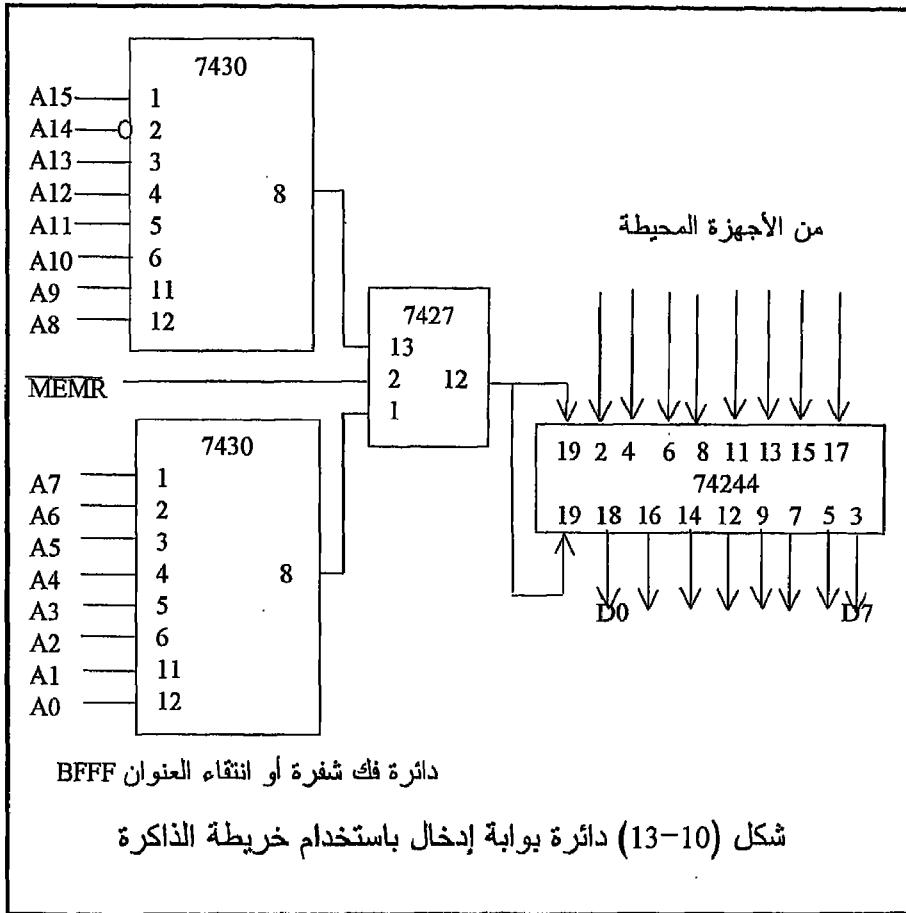
افترض أننا سنستخدم المكان BFFF من أماكن الذاكرة كبوابة إدخال . شكل (10-13) يبين الدائرة المقترحة لذلك . عندما تقوم شريحة المعالج بتنفيذ الأمر:

LDA BFFF

فإن العنوان BFFF سيوضع على مسار العناوين (A0 إلى A15) وسيكون الخط MEMR فى هذه المرة فعالاً ، لذلك فإنه فى هذه الحالة سيكون خرج فاكك الشفرة أو المنتقى فعالاً كما فى شكل (10-13) مما سيسبب نبضة تزامن لشريحة العازل Buffer والتي بسببها يقوم العازل بنقل المعلومة الموجودة على دخله وهى المعلومة القادمة من الخارج ويضعها على مسار البيانات حيث يقوم المعالج بنقل هذه المعلومة إلى سجل التراكم . لاحظ أن العازل Buffer لابد وأن يكون من النوع ثلاثى المنطق .

بالنظر إلى دوائر الإدخال والإخراج باستخدام خريطة الذاكرة وباستخدام الأمرين IN, OUT نلاحظ مدى التناظر بينهما ، ففى أى من الطريقتين لابد وأن يكون هناك فاكك شفرة أو منتقى لرقم البوابة ، الاختلاف هو أنه فى حالة استخدام خريطة الذاكرة فإننا نشفر مسار العناوين بالكامل (16 خطأ) وذلك فى حالة التشفير الكامل ، أما فى حالة استخدام الأمرين IN, OUT فإننا نشفر الثمانية خطوط الأولى فقط من مسار العناوين وذلك أيضا فى حالة التشفير الكامل . هناك أيضا فرق أساسى وهو أننا مع طريقة خريطة الذاكرة نستخدم خطى التحكم MEMR و MEMW أما مع الطريقة الأخرى فإننا نستخدم الخطين IOR و IOW . فيما عدا ذلك فإن الماسك Latch أو العازل Buffer يستخدمان فى كل من الطريقتين إما لمسك معلومة الخرج فى حالة بوابة الإخراج أو لعزل مصدر المعلومة عن مسار البيانات فى حالة بوابة الإدخال .

لقد راعينا في جميع الدوائر السابقة استخدام عملية التشفير الكاملة للبوابات في الحالتين سواء باستخدام الأمرين IN, OUT أو باستخدام خرائط الذاكرة ، ونعني بالتشفير الكامل أن جميع خطوط العناوين (الثمانية أو الستة عشر على حسب الطريقة المستخدمة) تستخدم في عملية التشفير ، فمع خرائط الذاكرة مثلا استخدمنا جميع خطوط مسار العناوين (A0 إلى A15) وفي حالة الأمرين IN, OUT استخدمنا ال 8 خطوط الأولى من مسار العناوين . في الحقيقة فإن دائرة التشفير من الممكن أن تكون أبسط من الدوائر السابقة بكثير لو أننا استخدمنا عددا أقل من خطوط العناوين .



شكل (10-14) يبين عملية تشفير لبوابة إخراج باستعمال الأمر OUT وباستخدام خط واحد من مسار العناوين وهو الخط A0 . المشكلة مع مثل هذه البوابة هي أن

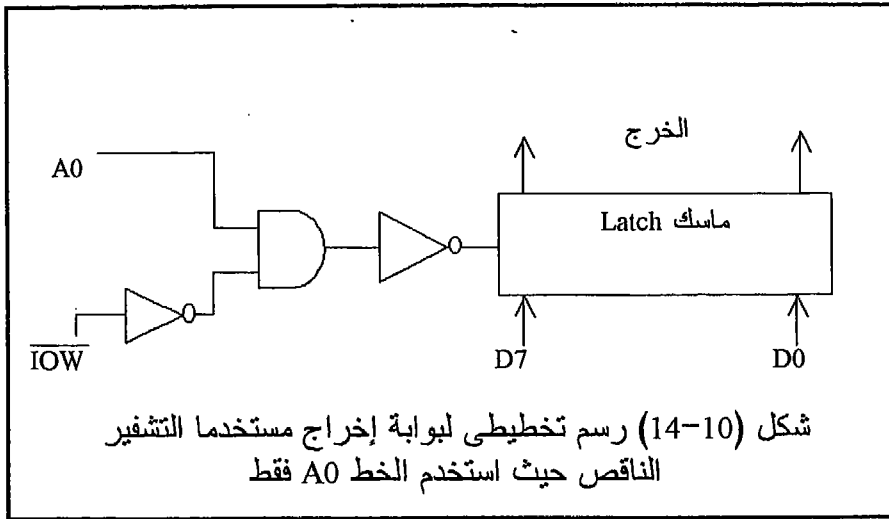
أى رقم أو عنوان تكون فيه البت A0 تساوى واحدا سيتسبب فى تشغيلها . فمثلا جميع الأوامر التالية تصلح لتشغيل هذه البوابة :

OUT 01

OUT 03

OUT FF

وهكذا فإن أى رقم يبدأ بواحد فى البت A0 سيشغل هذه البوابة . فى الحقيقة فإن بناء مثل هذه البوابات الناقصة التشفير ليس به أى عيب طالما أنه ليست هناك بوابات تحمل هذه الأرقام المتكررة ويجب أن يراعى ذلك فى عملية التصميم . نفس الكلام يمكن تطبيقه على عمليات تشفير البوابات التى تستخدم خرائط الذاكرة .



5-10 البوابات القابلة للبرمجة

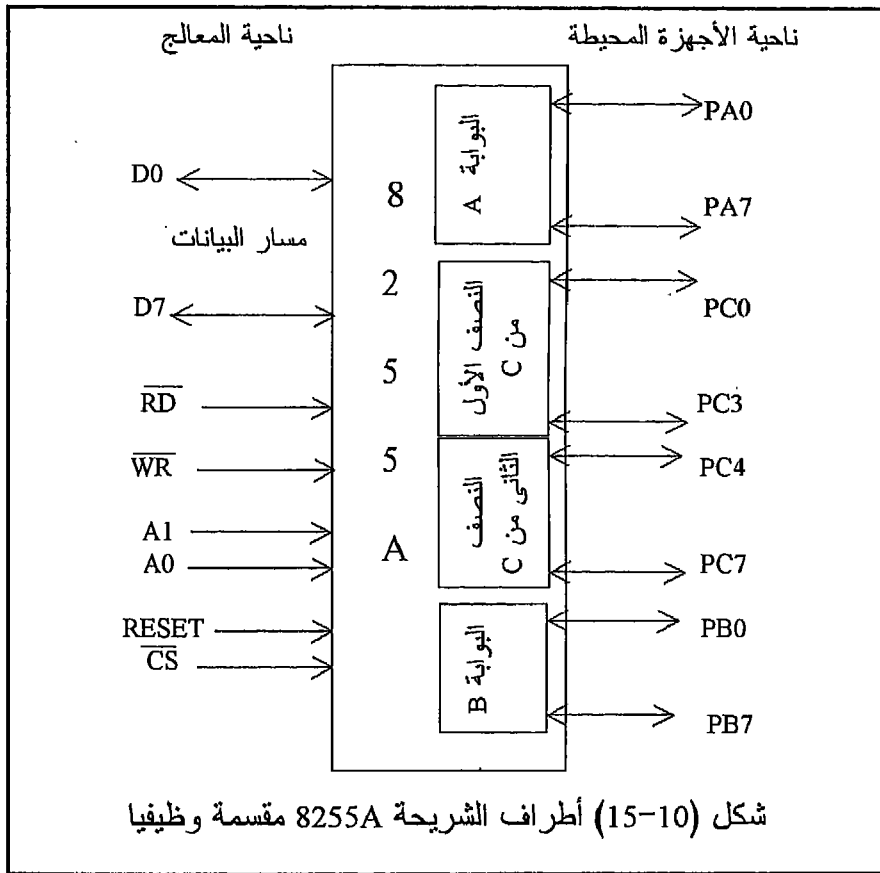
Programmable Peripheral Interface, PPI

الشريحة Intel 8255A هى إحدى الشرائح المهمة التى تصاحب دائما وفى الكثير من التطبيقات شرائح المعالج . إن هذه الشريحة تسمى Programmable Peripheral Interface واختصارا تكتب PPI . تحتوى هذه الشريحة كما سنرى على ثلاث بوابات كل منها ثمانى بتات وهذه البوابات قابلة للبرمجة بمعنى أنه من داخل البرنامج يمكن جعل أى واحدة من هذه البوابات بوابة إدخال أو إخراج عن طريق أمرين فقط من أوامر لغة الأسمبلى وهذه تعتبر من المميزات العظيمة

لهذه الشريحة حيث أنها توفر الكثير من الدوائر التي كانت تستخدم في عملية تشفير البوابات ، فلك أن تتخيل أن أمامك ثلاث بوابات لك الحرية في أن تجعل أى واحدة منهم إدخال أو إخراج كما تشاء ومن داخل البرنامج ودون اللجوء إلى أى تغيرات أو تعديلات في الدوائر التي تم بناؤها .

10-5-1 تركيب الشريحة 8255A

هذه الشريحة يمكن تقسيمها إلى جزأين رئيسيين ، جزء يواجه شريحة المعالج والجزء الآخر يواجه العالم الخارجى . شكل (10-15) يبين رسماً تخطيطياً لهذه الشريحة محتوي هذين الجزأين . الجزء المقابل للميكروبروسيسور يحتوى الخطوط التالية :



- خطوط مسار البيانات وعددها 8 خطوط
- خطوط مسار العناوين وعددها 16 خطوط

- خطوط مسار التحكم وعددها 4 خطوط (\overline{RD} , \overline{WR} , \overline{CS} , reset)

أما الجزء المقابل للعالم الخارجى فيحتوى الخطوط التالية :

- خطوط البوابة A وعددها 8 خطوط
 - خطوط البوابة B وعددها 8 خطوط
 - خطوط البوابة C وعددها 8 خطوط (4 خطوط + 4 خطوط)
- بإضافة خطى القدرة (V_{cc} والأرضى) يصبح عدد خطوط أو أرجل هذه الشريحة 40 رجلا . لاحظ أن البوابة C لها خاصية منفردة عن البوابتين A, B وذلك لأنها يمكن برمجتها كبوابة 8 بتات أو كبوابتين كل منهما 4 بتات أو أنها تستخدم كخطوط تحكم للبوابتين A, B كما أنه يمكن عمل Set أو Reset لأى طرف من أطراف هذه البوابة بالذات كما سنرى فيما بعد . شكل (10-16) يبين الرسم الطرفى لهذه الشريحة .

PA3	1	40	PA4
PA2	2	39	PA5
PA1	3	38	PA6
PA0	4	37	PA7
\overline{RD}	5	36	\overline{WR}
\overline{CS}	6	35	RESET
GND	7	34	D0
A1	8	33	D1
A0	9	32	D2
PC7	10	31	D3
PC6	11	30	D4
PC5	12	29	D5
PC4	13	28	D6
PC0	14	27	D7
PC1	15	26	Vcc
PC2	16	25	PB7
PC3	17	24	PB6
PB0	18	23	PB5
PB1	19	22	PB4
PB2	20	21	PB3

شكل (10-16) أطراف الشريحة 8255A

من وجهة نظر المعالج فإن الشريحة 8255 تحتوى على أربعة مسجلات أو أربع بوابات أو أربعة أماكن يمكن عنوانها بعنوان خاص لكل منها وهذا هو السبب فى

أن الشريحة 8255 لها خطان فقط للعناوين . ثلاثة من هذه المسجلات أو الأماكن هي المسجلات أو البوابات A, B, C وهي التي تستخدم لإدخال أو إخراج المعلومات وهي الثلاث بوابات التي في شكل (10-15) ، أما المسجل الرابع فهو مسجل تحكم Control register والذي عن طريقه يتم التحكم في المسجلات A, B, C لجعلها إما بوابات إدخال أو إخراج والتحكم أيضا في طريقة تشغيل الشريحة ككل .

العملية	\overline{CS}	\overline{WR}	\overline{RD}	A0	A1
قراءة من البوابة A	0	1	0	0	0
قراءة من البوابة B	0	1	0	1	0
قراءة من البوابة C	0	1	0	0	1
كتابة في البوابة A	0	0	1	0	0
كتابة في البوابة B	0	0	1	1	0
كتابة في البوابة C	0	0	1	0	1
كتابة في مسجل التحكم	0	0	1	1	1
الشريحة غير فعالة	1	x	x	x	x
حالة غير ممكنة	0	1	0	1	1
الشريحة غير فعالة	0	1	1	x	x

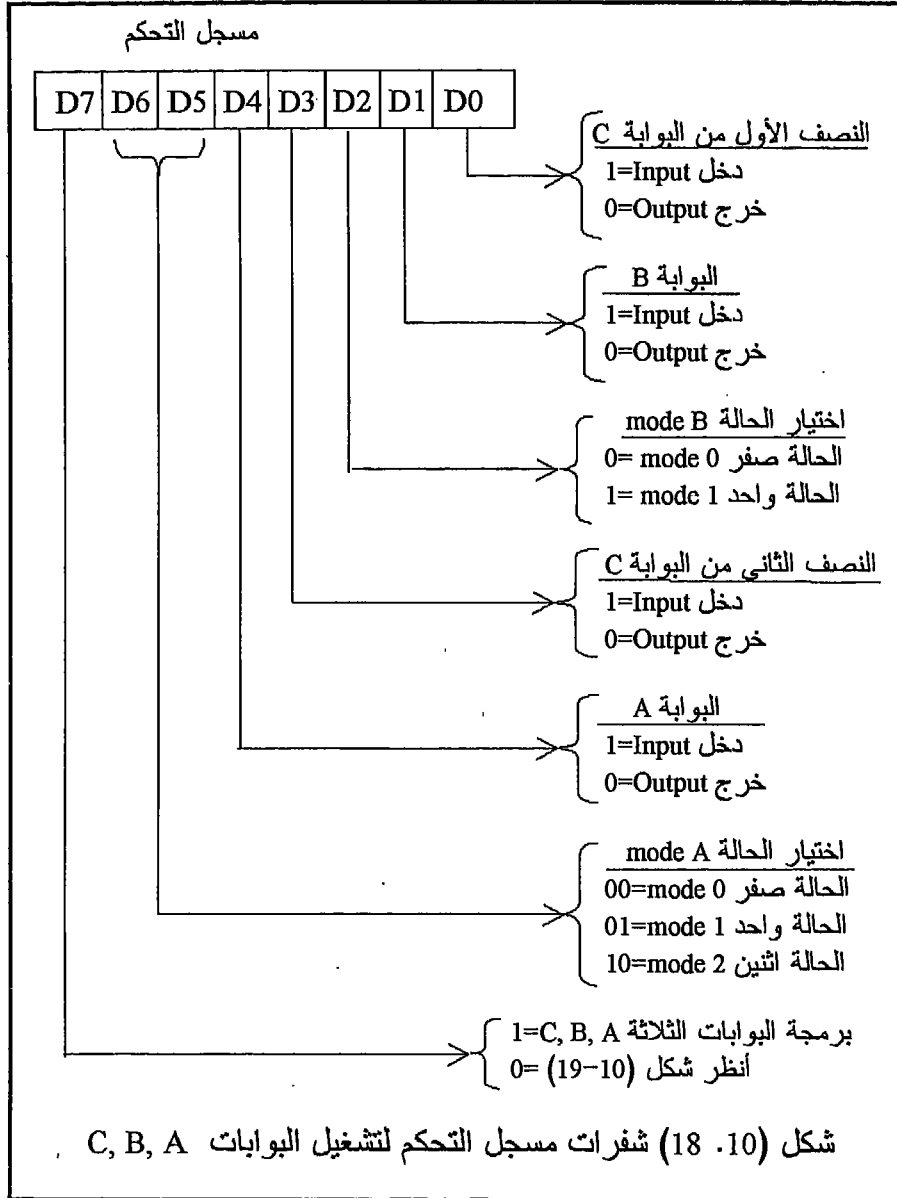
شكل (10-17) عنوان المسجلات في الشريحة 8255A . (x تعني لا يهم)

شكل (10-17) يبين كيفية عنوان كل واحد من المسجلات A, B, C وكذلك مسجل التحكم وكيفية القراءة منها أو الكتابة فيها . فمثلا لكي نرسل معلومة إلى المسجل A فإننا نضع الشفرة 00 على الخطين A0, A1 ونجعل خط الكتابة \overline{WR} فعالا بجعله يساوى صفرا وكذلك الخط \overline{CS} وهو خط اختيار الشريحة لابد وأن يكون أيضا فعالا بجعله يساوى صفرا . تتبع طرق القراءة والكتابة في كل واحد من هذه المسجلات في شكل (10-17) . لاحظ أن مسجل التحكم يمكن الكتابة فيه فقط ولا يمكن قراءته حيث أن وظيفته لا تتطلب قراءته ، لذلك فإنه يسمى مسجل كتابة فقط write only register .

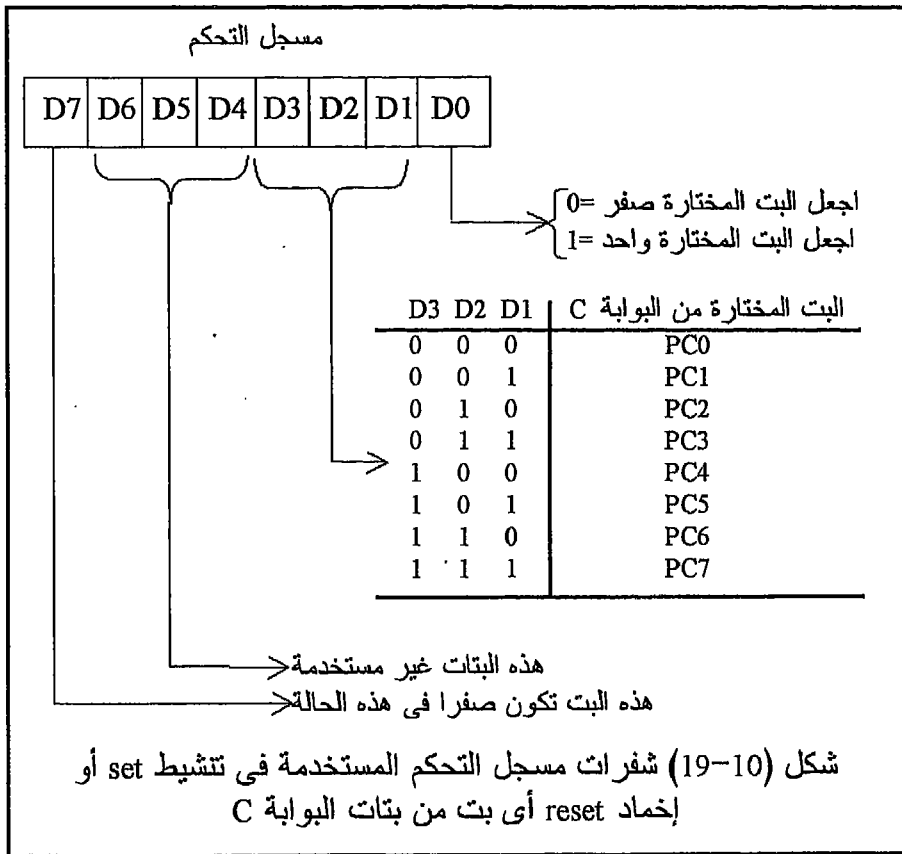
10-5-2 برمجة الشريحة 8255A

إن برمجة الشريحة 8255A لتعمل في أى وضع من أوضاع تشغيلها يتم عن طريق كتابة شفرة من ثمانى بتات في مسجل التحكم ، وعلى ضوء هذه الشفرة تصبح أى واحدة من البوابات الثلاث في الوظيفة والحالة mode التي حددت لها

تبعاً لهذه الشفرة . تذكر هنا أن من الوظائف الخاصة بالبوابة C أنك يمكنك أن تنشط أو تخدم (set أو reset) أى طرف من أطرافها كما ذكرنا سابقاً . شكل (10-18) وشكل (10-19) يبينان وظيفة مسجل التحكم على ضوء الشفرة المخزنة فيه .



يهيمننا هنا محتويات البت رقم 7 من مسجل التحكم فإذا كانت هذه البت تساوى واحدا فإن ذلك يعنى أن باقى محتويات مسجل التحكم وهى البت رقم صفر إلى البت رقم 6 خاصة بتحديد الوظائف المختلفة للبوابات A, B, C على ضوء ما هو مبين فى شكل (10-18) . أما إذا كانت البت رقم 7 من مسجل التحكم تساوى صفرا فإن ذلك يعنى أن الشفرة الموجودة فى باقى البتات خاصة بعمل set أو reset لأحد أطراف البوابة C على ضوء ما هو مبين فى شكل (10-19) وتسمى حالة تنشيط/إخماد البت Bit Set Reset واختصارا تكتب BSR. وسنتعارف عليها بالعربى هكذا (ب س ر) .



مثال 10-1

ما هى الشفرة أو البايت التى نكتبها فى مسجل التحكم للشرية 8255A للحصول على الآتى :

البوابة B دخل ، والبوابة A خرج ، والبوابة C خرج ، والجميع يعمل فى mode 0 . سنفترض الحالة 0 فقط حالياً إلى أن يتم شرح باقى الحالات فى الجزء القادم .

بالنظر إلى شكل (10-18) نجد أنه لكى يكون النصف الأول من البوابة C خرجاً فإن $D0=0$ ولكى تكون البوابة B دخلاً فإن $D1=1$ ولكى تكون المجموعة B فى mode 0 فإن $D2=0$ ، بالنسبة للنصف الثانى من البوابة C فلكى يكون خرجاً فإن $D3=0$ ولكى تكون البوابة A خرجاً فإن $D4=0$ ولكى تعمل المجموعة A فى mode 0 فإن $D5=D6=0$ ، وكما نعلم فإن $D7=1$ فى هذه الحالة . بذلك تصبح محتويات البايث المطلوبة هى :

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
1 0 0 0 0 0 1 0

بالنظام الستعشرى فإن هذه البايث تكون 82H وال H تستخدم للدلالة على أن الرقم المجاور لها يكون فى النظام الستعشرى . المطلوب الآن هو كتابة أو إرسال هذا الرقم إلى مسجل التحكم فى الشريحة 8255A . لإرسال هذا الرقم إلى مسجل التحكم فى الشريحة 8255A فإنه كما نعلم أن خطى العناوين A0, A1, للشريحة 8255A موصولان بخطى العناوين A0, A1, القادمين من شريحة المعالج ولقد رأينا فى شكل (10-17) أن عنوان مسجل التحكم هو $A1A0=11$ لذلك فإنه لكى نرسل الرقم المطلوب إلى مسجل التحكم يكفى أن نكتب الأمرين التاليين :

MVI A, 82H;
OUT 03

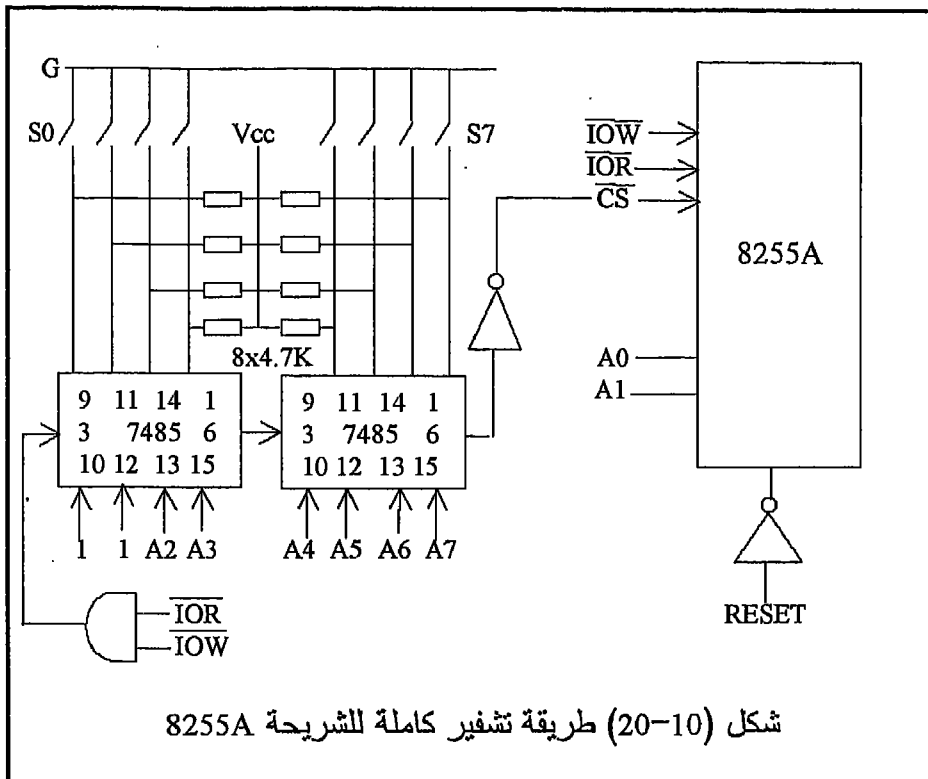
حيث الأمر الأول سيضع الرقم 82H فى مسجل التراكم A والأمر الثانى سيخرج محتويات مسجل التراكم إلى البوابة رقم 3 وهى مسجل التحكم فى الشريحة 8255A لأن الرقم 3 سيجعل خطى العناوين A0, A1 يساويان 11 وهذا هو عنوان مسجل التحكم .

بذلك يمكن التعامل مع البوابات A, B, C حسب حالة كل منهم التى تم تحديدها فى مسجل التحكم بالرقم 82H . فمثلاً الأمر OUT 00 سيخرج محتويات مسجل التراكم على البوابة A لأن عنوان البوابة A هو $A1A0=00$. وأما الأمر IN 01 فسيقرأ محتويات البوابة B ويضعها فى مسجل التراكم لأن عنوان البوابة B هو $A1A0=01$. وأما الأمر OUT 02 فسيقوم بعملية إخراج على البوابة C حيث عنوان البوابة C هو $A1A0=10$. لاحظ أن العناوين التى استخدمناها للبوابات الثلاث فى الأوامر السابقة كانت 00 و 01 و 02 و 03 وكلها أرقاماً ستعشرية وليس بالضرورة أن تكون هذه هى الأرقام التى يجب أن تستخدم فقط فى جميع الأحوال . النظرية هنا هى أن العنوان الذى نستخدمه يجب أن يحقق الشفرة المطلوبة لكل بوابة على الخططين A0, A1 . شكل (10-20) يبين الشريحة 8255A وقد استخدمت مع عملية تشفير كاملة للثمانية خطوط الأولى من مسار

العناوين . لاحظ عدم استخدام الخططين A1, A0 في عملية التشفير ولكنهما يوصلان مباشرة إلى الشريحة 8255A .

من شكل (10-20) نتيين العناوين التالية للمسجلات الأربعة :

العنوان ستعشري	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	
0E	0	0	0	0	1	1	0	0	A
0D	0	0	0	0	1	1	0	1	B
0E	0	0	0	0	1	1	1	0	C
0F	0	0	0	0	1	1	1	1	مسجل التحكم CR



10-5-3 حالات Modes تشغيل الشريحة 8255A

الشريحة 8255A لها ثلاث حالات modes لتشغيلها وهي كالتالي :

10-5-3-1 الحالة صفر Mode zero

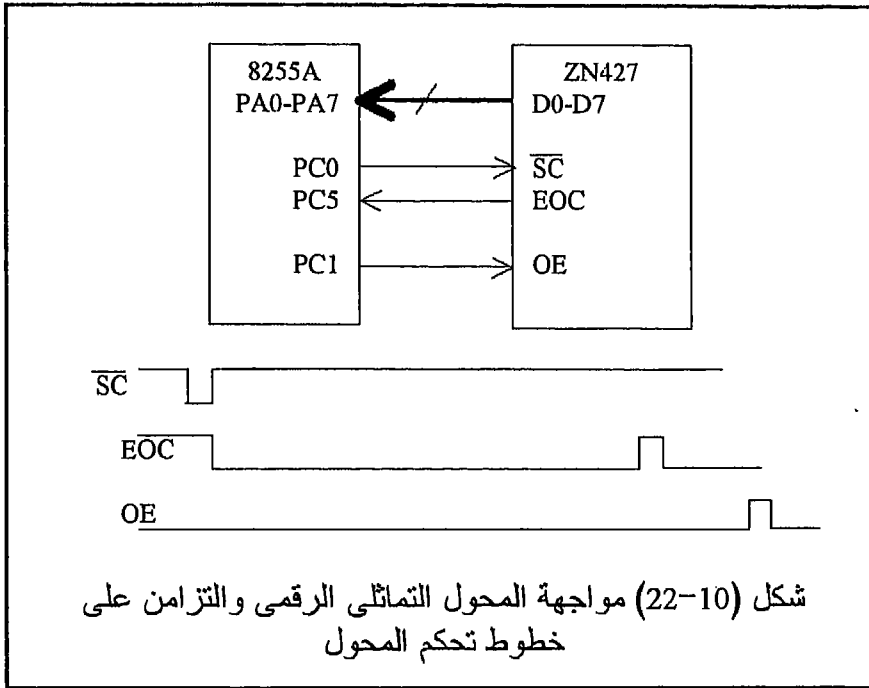
تتميز هذه الحالة بعمليات الإخراج والإدخال البسيطة التي لا تتطلب حواراً أو نظام مصافحة handshaking بين الشريحة والمعالج ، ففي هذه الحالة يمكن برمجة كل من البوابة A أو B أو C لتكون بوابة إخراج أو إدخال في أى مكان فى البرنامج وعن طريق أمرين اثنين فقط كما سنرى بعد قليل . لاحظ أنه فى هذه الحالة يمكن برمجة البوابة C كبوابة ثمانى بتات أو بوابتين كل منهما أربع بتات . جميع هذه البوابات تكون فيها خاصية المسك latch للمعلومة عندما تعمل كبوابات إخراج ، وأما عندما تعمل كبوابات إدخال فلا تكون فيها هذه الخاصية . باعتبار البوابة C كبوابتين كل منهما 4 بتات فإنه يمكن أن يكون لدينا 4 بوابات يمكن برمجتها إخراج أو إدخال على حسب الشفرة التى ترسل إلى مسجل التحكم على ضوء ما رأينا فى شكل (10-18) . شكل (10-21) يبين جميع هذه الحالات والشفرة الست عشرية التى ترسل إلى مسجل التحكم للحصول على كل حالة .

الشفرة الست عشرية إلى مسجل التحكم	البوابة A	البوابة C PC4-PC7	البوابة B	البوابة C PC0-PC3
80	إخراج	إخراج	إخراج	إخراج
81	إخراج	إخراج	إخراج	إدخال
82	إخراج	إخراج	إدخال	إخراج
83	إخراج	إخراج	إدخال	إدخال
88	إخراج	إدخال	إخراج	إخراج
89	إخراج	إدخال	إخراج	إدخال
8A	إخراج	إدخال	إدخال	إخراج
8B	إخراج	إدخال	إدخال	إدخال
90	إدخال	إخراج	إخراج	إخراج
91	إدخال	إخراج	إخراج	إدخال
92	إدخال	إخراج	إدخال	إخراج
93	إدخال	إخراج	إدخال	إدخال
98	إدخال	إدخال	إخراج	إخراج
99	إدخال	إدخال	إخراج	إدخال
9A	إدخال	إدخال	إدخال	إخراج
9B	إدخال	إدخال	إدخال	إدخال

شكل (10-21) جميع حالات الإدخال والإخراج للبوابات A و B و C والشفرة الست عشرية لكل حالة .

مثال 10-2

شكل (10-22) يبين رسما صندوقيا لدائرة مواجهة مع المحول التماثلي الرقمي ZN427 مستخدما الشريحة 8255A في الحالة 0 . المحول ZN427 له ثلاثة خطوط تحكم ، أحدها هو خط بداية التحويل \overline{SC} Start Conversion; وهذا الخط يجب أن يكون صفرا لفترة زمنية وجيزة بحيث يبدأ المحول عملية التحويل عند الحافة الصاعدة لهذه الإشارة . بعد أن ينتهي المحول من عملية التحويل فإنه يعطي نبضة واحد على خط نهاية التحويل End Of Conversion; EOC ولكنه لا يعطي البيانات على خطوط الخرج الثمانية إلا إذا تم إعطاؤه نبضة واحد على خط تنشيط الخرج Output Enable; OE الذى يقوم بتنشيط البوابات الثلاثية الموجودة فى خرج المحول . شكل (10-22) يبين أيضا التزامن الموجود بين هذه الإشارات الثلاثة . لقد تم توصيل خرج المحول على البوابة A للشريحة 8255A ، أى أن البوابة A ستعمل كبوابة إدخال يقوم المعالج من خلالها بقراءة خرج المحول .



مطلوب أيضا من المعالج أن يعطي للمحول نبضة بدأ التحويل \overline{SC} وسيكون ذلك من خلال الخط رقم 0 فى البوابة C وسيكون عن طريق استخدام الحالة (ب س ر) التى سنستخدمها لتنشيط الخط PC0 كما رأينا فى شكل (10-19) . بعد أن

يعطى المعالج نبضة بداية التحويل يبدأ فى مراقبة خط نهاية التحويل القادم من المحول إلى الخط PC5 بحيث عندما يجد المعالج أن هذا الخط صعد إلى الواحد يفهم من ذلك أن المحول انتهى من عملية التحويل فيعطى له إشارة تنشيط الخرج بجعل الخط OE الموصل على PC1 يساوى واحد وذلك أيضا باستخدام طريقة ال (ب س ر) . لذلك فإن النصف الأول من البوابة C سيعمل كبوابة إخراج وأما النصف الثانى فسيعمل كبوابة إدخال . البرنامج التالى يمكن استخدامه لقراءة خرج مثل هذا المحول . ملاحظة مهمة يجب أن نتذكرها من هذا البرنامج وهى أن إرسال أى شفرة إلى مسجل التحكم لتنشيط أو إخماد أى بت من بتات البوابة C لا يؤثر على الإطلاق على الحالة التى عليها كل من البوابة A أو B أو C ، أى أن كل واحدة منها تبقى على الحالة التى عليها سواء كانت إدخالا فستبقى إدخالا أو كانت إخراجا فستبقى كذلك أيضا .

```

MVI A,98H ; هذا الرقم يجعل PC0-PC3 إخراج والبوابة B إخراج
; (B غير مستخدمة فى هذا المثال) و PC4-PC7 إدخال والبوابة A إدخال
; راجع شكل (10-18).
OUT 03H ; إخراج الرقم 98H إلى مسجل التحكم
START: MVI A,01
; تنشيط الخط PC0 عن طريق ب س ر راجع شكل (10. 19)
OUT 03H ; إخراج إلى مسجل التحكم
MVI A,00 ; عمل إخماد للخط PC0
OUT 03H ; إخراج إلى مسجل التحكم
MVI A,01 ; عمل ست للخط PC0
OUT 03H ; بذلك يكون الخط نزل من 1 إلى 0 ثم صعد وبذلك تتم نبضة SC.
xx: IN 10 ; قراءة البوابة C
ANA 20H ; هذا لاختبار الخط PC5 لمعرفة إذا كان واحد أم صفر
JZ xx ; قفز إلى xx لمعاودة القراءة طالما أن PC5 يساوى 0 .
MVI A,03H ; تنشيط للخط PC1 لتنشيط الخط OE .
OUT 03H ; إخراج إلى مسجل التحكم
MVI A,02H ; إرجاع الخط OE=PC1 إلى الصفر ثانية.
OUT 03H ; إخراج إلى مسجل التحكم
IN 00 ; قراءة البوابة A
JMP START ; لإعطاء نبضة بدأ تحويل جديدة

```

10-3-2 الحالة واحد Mode one

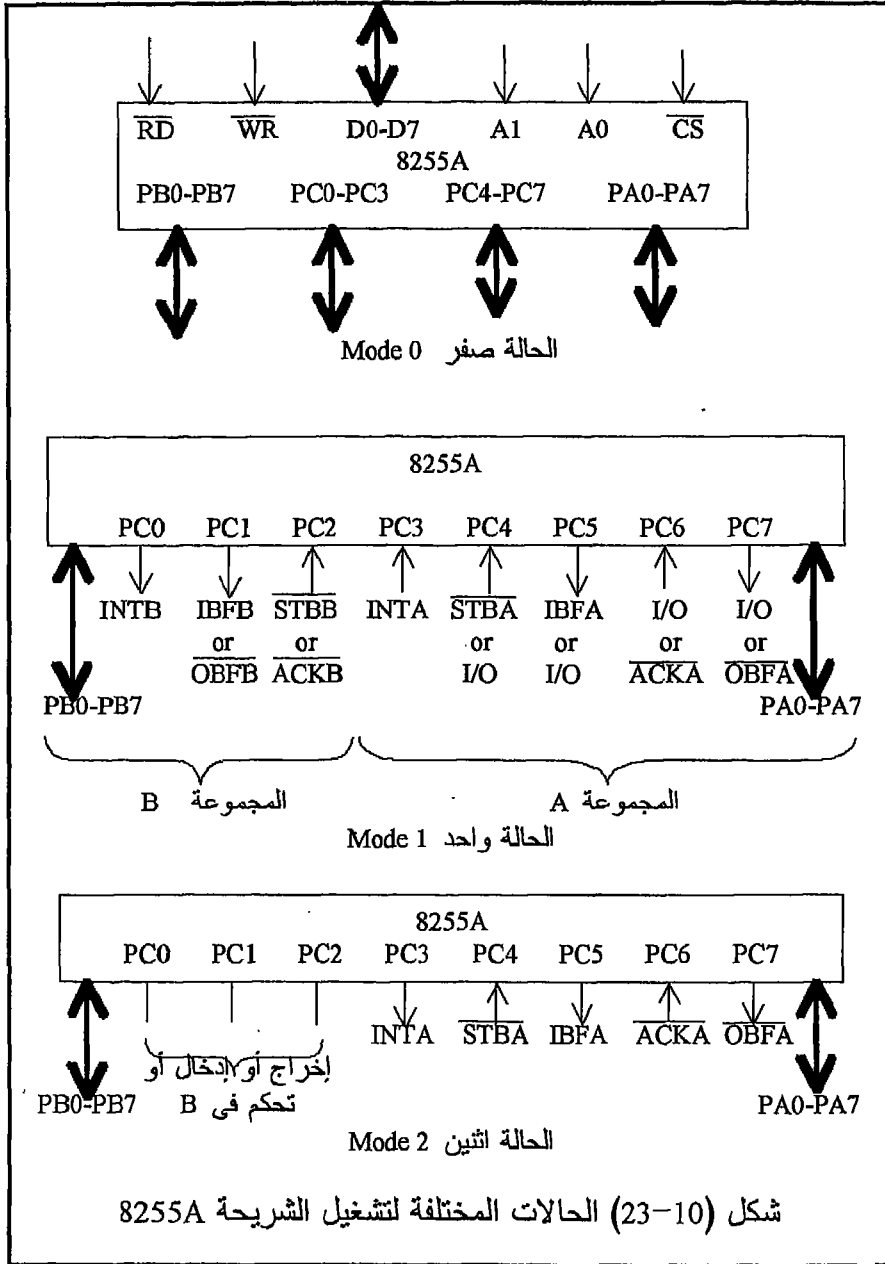
في هذه الحالة يتم الإدخال أو الإخراج عن طريق البوابتين A و B فقط ويتم ذلك عن طريق نظام مصافحة Handshaking أو حوار بين الأجهزة المحيطة والمعالج من خلال الشريحة 8255A وتستخدم خطوط البوابة C فى عمليات المصافحة هذه بحيث أن النصف الأول من خطوط البوابة C وهى PC0 إلى PC3 تستخدم كخطوط حوار تابعة للبوابة B ولذلك تسمى البوابة B والنصف الأول من البوابة C بالمجموعة B أو Group B . وأما النصف الثانى من خطوط البوابة C فيستخدم كخطوط مصافحة أو حوار تابعة للبوابة A ولذلك تسمى البوابة A والخطوط PC4 إلى PC7 بالمجموعة A . لاحظ أن البوابة C بأكملها لا يمكن استخدامها هنا فى الإخراج أو الإدخال ولكن يمكن استخدام بعض خطوطها أحيانا كما فى شكل (10-23) . تتميز هذه الحالة بأن البيانات سواء الداخلة أو الخارجة من البوابتين A أو B تمسك latched على هذه البوابات ، كما أن هذه الحالة توفر للمستخدم خطأ يمكن منه مقاطعة المعالج . عمليات المقاطعة سندرسها بالتفصيل فى فصل خاص بذلك . شكل (10-23) يبين وظيفة كل خط من خطوط البوابة C كخطوط مصافحة لكل من البوابتين A و B فى الحالة 1 وذلك عندما تستخدم كل من A و B كبوابة إدخال أو إخراج . شكل (10-24) يبين وظيفة خطوط البوابة C فى حالة كون كل من البوابتين A و B بوابات إدخال فقط ويبين أيضا التزامن بين هذه الإشارات فى هذه الحالة . لاحظ أن البوابة B تستخدم الخطوط PC0, PC1, PC2 كخطوط مصافحة بينما تستخدم البوابة A الخطوط PC3, PC4, PC5 كخطوط مصافحة ويتبقى خطان وهما PC6, PC7 يستخدمان كخطوط إدخال أو إخراج على حسب البت D3 فى مسجل التحكم . تتم عملية المصافحة مع الأجهزة المحيطة كما يلى :

- يقوم الجهاز الخارجى بوضع البيانات على البوابة التى يتعامل معها ولتكن البوابة A مثلا ثم يضع صفرا على الخط STBA ليخبر الشريحة 8255A أنه قد وضع بايت على البوابة A .

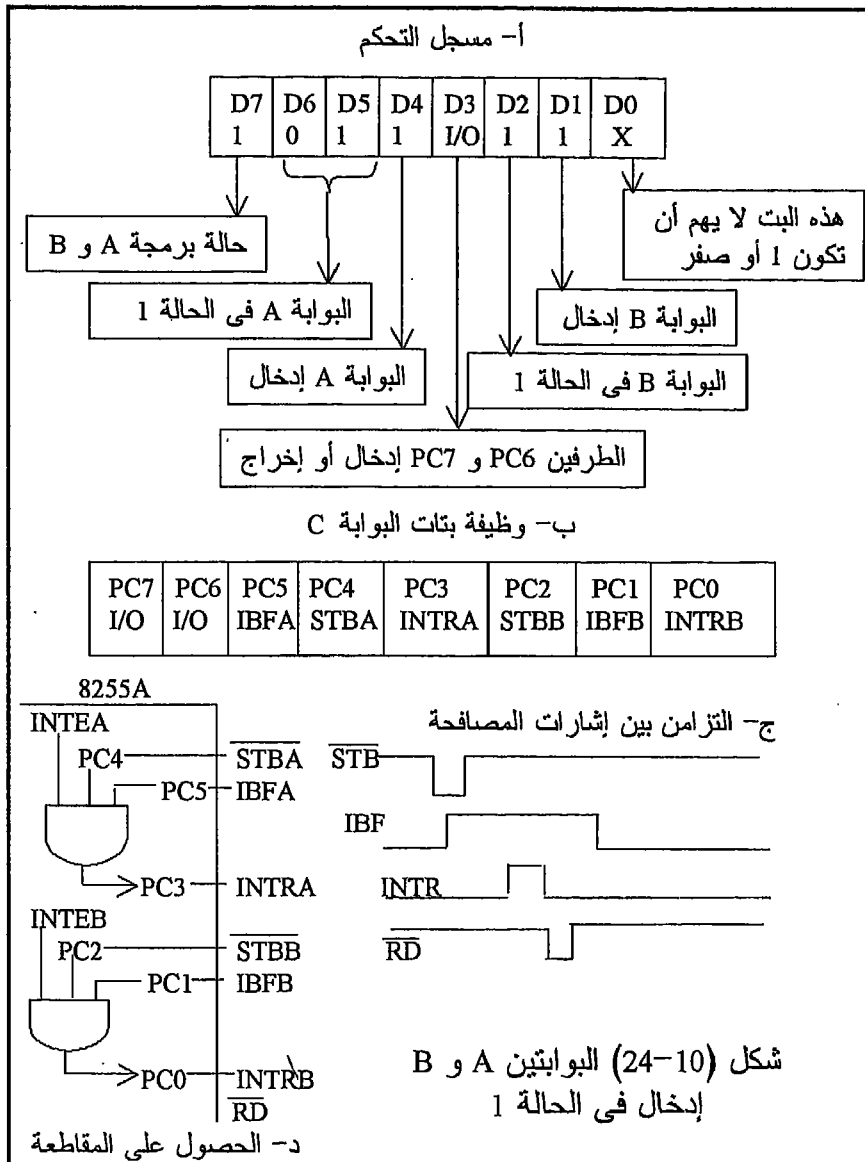
- ترد الشريحة 8255A على الجهاز الخارجى بأنها استقبلت المعلومة وتم مسكها على البوابة A عن طريق جعل الخط IBFA يساوى واحدا . عندما يرى الجهاز الخارجى أن الخط IBFA=1 يقوم بإرجاع الخط STBA إلى الواحد ثانية استعدادا لإرسال بايت أخرى إن أراد . لاحظ أن الخط IBFA لا ينزل إلى الصفر ثانية إلا إذا تم قراءة المعلومة بواسطة المعالج وذلك عند الحافة الصاعدة للإشارة RD الموصلة بالشريحة 8255A طرف 5.

- تقوم الشريحة 8255A بتوليد إشارة مقاطعة INTRA يمكن بها مقاطعة المعالج فى حالة الرغبة فى ذلك وذلك بتوصيلها إلى أى خط من خطوط المقاطعة على المعالج . لاحظ أيضا من التزامن فى شكل (10-24) أن هذا

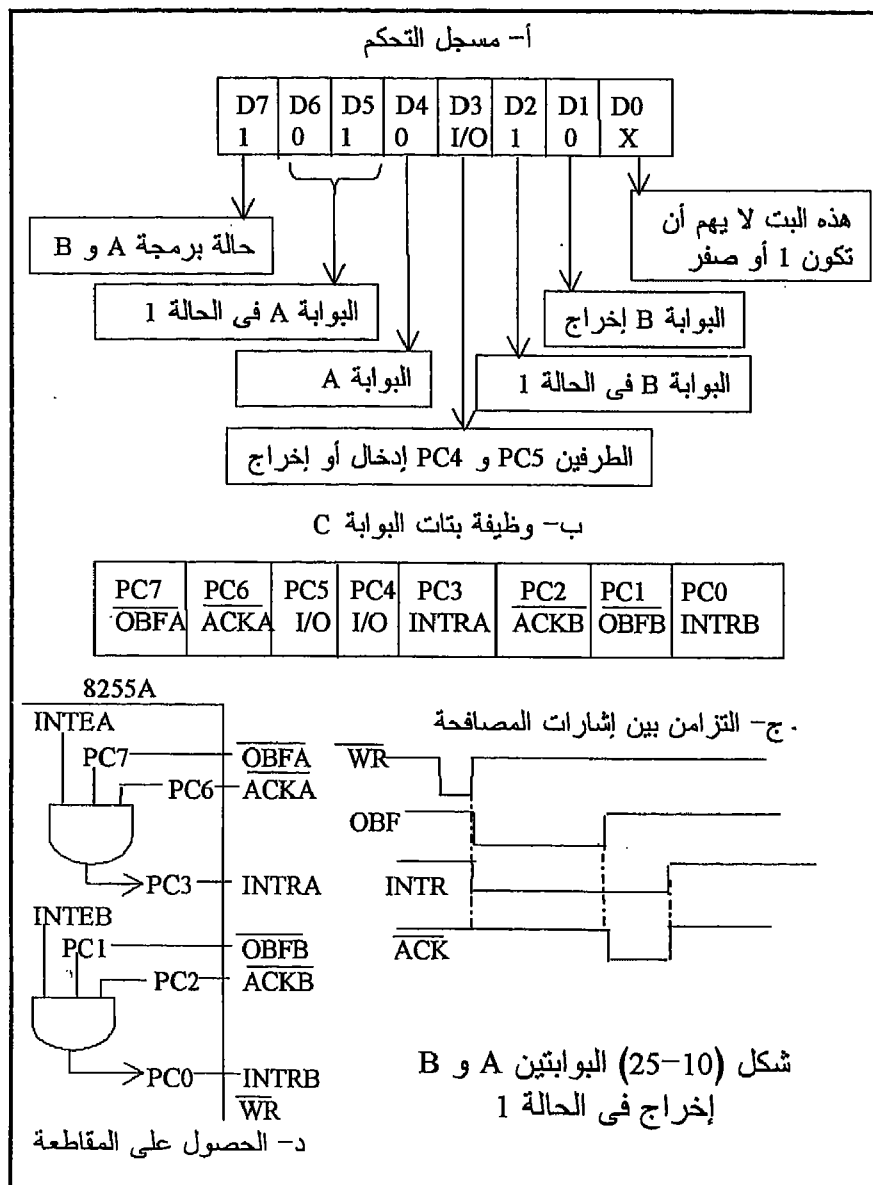
الخط يكون واحدا إذا كان الخط $\overline{STBA}=1$ والخط $IBF=1$ والبت $PC4=1$ فى حالة التعامل مع البوابة A وأما فى حالة البوابة B فالبت $PC2=1$. البتات $PC4, PC2$ يمكن جعلها واحدا باستخدام ال ب س ر كما ذكرنا سابقا وتذكر أن ذلك ليس له تأثير على وضع البوابات .



شكل (10-25) يبين نفس الوظائف لخطوط البوابة C ولكن في حالة كون A و B بوابات إخراج ويبين أيضا التزامن بين هذه الإشارات . لاحظ أن البوابة B تستخدم الخطوط PC0, PC1, PC2 مصافحة بينما تستخدم البوابة A الخطوط PC3, PC6, PC7 كخطوط مصافحة ويتبقى خطان وهما PC4, PC5 يستخدمان كخطوط إدخال أو إخراج على حسب البت D3 في مسجل التحكم . تتم عملية المصافحة كما يلي :



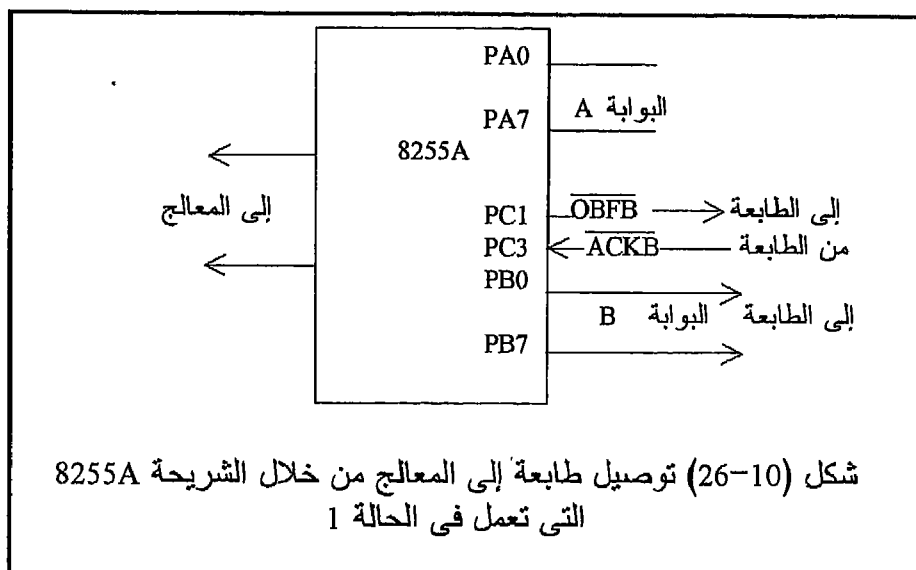
- عندما يقوم المعالج بكتابة أى بايت إلى أى من البوابتين A أو B فإنه عند الحافة الصاعدة للإشارة \overline{WR} تقوم الشريحة 8255A بجعل الخط \overline{OBFA} يساوى صفراً دلالة للمعالج أن هذه المعلومة قد تم مسكها كما فى التزامن الموضح فى شكل (10-25) وعلى المعالج ألا يرسل معلومات أخرى إلا بعد صعود هذا الخط للواحد مرة أخرى .



- عندما يرى الجهاز الخارجى أن الخط \overline{OBF} يساوى صفرا يعرف أن هناك بايت على البوابة وعليه قراءتها فيقوم بجعل الخط \overline{ACK} يساوى صفرا وإرجاعه مرة أخرى للواحد لكي يخبر الشريحة 8255A أنه قد قرأ المعلومة . لاحظ من التزامن أن الحافة النازلة للخط \overline{ACK} تتسبب في إرجاع الخط \overline{OBF} إلى الواحد مرة أخرى .
- تقوم الشريحة 8255A بتوليد إشارة مقاطعة INTRA يمكن بها مقاطعة المعالج في حالة الرغبة في ذلك وذلك بتوصيلها إلى أى خط من خطوط المقاطعة على المعالج بغرض طلب بايت جديدة منه . لاحظ أيضا من التزامن في شكل (10-25) أن هذا الخط ينزل إلى الصفر مع الحافة الصاعدة للخط \overline{WR} ويرجع إلى الواحد مرة ثانية عندما يكون كل من الخطين \overline{ACK} و \overline{OBF} يساوى واحدا والبت PC6 في حالة التعامل مع البوابة A والبت PC2 في حالة البوابة B تساوى واحدا أيضا . البتات PC6, PC2 يمكن جعلها واحد باستخدام ال ب س ر كما ذكرنا سابقا وتذكر أن ذلك ليس له تأثير على وضع البوابات .

مثال 10-3

شكل (10-26) يبين عملية توصيل طابعة مع المعالج من خلال البوابة B للشريحة 8255A وشكل (10-27) يبين البرنامج الذى يقرأ محتويات الذاكرة ابتداء من المكان E100H وانتهاء بالمكان E150H ويرسلها إلى الطابعة للطباعة. إن عملية تشفير البوابات الثلاث ، أى عنوانها سنتركها للقارئ يختار ما يشاء من عناوين للبوابات الثلاثة وسنفترض هنا أن هذه البوابات معنونة كالتالى :



00H A البوابة
 01H B البوابة
 02H C البوابة
 03H مسجل التحكم

فى هذا المثال تم استخدام البوابة B فقط وفى الحالة mode واحد وأما البوابة A وباقى البوابة C فيمكن استخدامها لأى أغراض أخرى . السؤال هو : ما هى الشفرة التى سنرسلها إلى مسجل التحكم لنجعل البوابة B إخراج وفى الحالة 1 وأما البوابة A وباقى البوابة C فسنفترضها إخراج فى الحالة 0 وذلك مع العلم أنها لن تستخدم ؟ الإجابة هى أن هذه الشفرة ستكون كالتالى كما تعلمنا من شكل (10-18) :

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
 1 0 0 0 0 1 0 0 = 84H

- النصف الأول من البوابة C لا يهم أن يكون إخراجا أو إدخالا وبفرضه إخراجا تم وضع $D0=0$.
 - بما أن البوابة B ستكون إخراجا لذلك تم وضع $D1=0$.
 - بما أن B ستعمل فى الحالة 1 لذلك تم وضع $D2=1$.
 - النصف الثانى من البوابة C لا يهم أن يكون إدخالا أو إخراجا وبفرضه إخراجا تم وضع $D3=0$.
 - بما أن البوابة A فرضت إخراجا لذلك فإن $D4=0$.
 - بما أن البوابة A فرضت فى الحالة 0 لذلك كان $D6D5 = 00$.
 - بما أن هذه الشفرة تستخدم لتوظيف البوابات فإن $D7=1$.
- بالنظر إلى شكل (10-27) نجد أن البرنامج بدأ بإرسال الشفرة 84H كما سبق إلى مسجل التحكم ثم استخدم المسجلين HL كمؤشر إلى الحرف الجاهز للطباعة والمسجل B كعداد تنازلى للأحرف التى سيتم طباعتها بحيث تقف عملية الطباعة عندما يصل هذا العداد إلى الصفر لأن البرنامج ينقص هذا العداد بمقدار واحد كلما تمت طباعة حرف . تبدأ حلقة الطباعة من العلامة NEXT والتى عندها يتم قراءة البوابة C وحجب جميع بتاتها بالقيمة 02H لمعرفة إذا كان الخط \overline{OBF} يساوى صفرا أم لا ، لأن صفرا على هذا الخط معناه أن هناك حرف مازال ممسوكا على البوابة فى انتظار الطابعة لاستلامه . بمجرد أن يصبح الخط $\overline{OBF}=1$ أى غير فعال يخرج المعالج من هذه الحلقة ويقوم بإرسال حرف جديد إلى الطابعة والدخول فى نفس حلقة قراءة البوابة C مرة أخرى . تتكرر هذه العملية إلى أن ينتهى المعالج من جميع الأحرف المطلوب طباعتها عندما يصل المسجل B إلى الصفر .

10-3-3 الحالة اثنان Mode two

البوابة A فقط هي التي يمكنها أن تستخدم في هذه الحالة وأما البوابة B فتكون إما في الحالة صفر 0 mode أو في الحالة واحد 1 mode . عندما تشتغل البوابة A في هذا الحالة فإنها تسلك مسلك مسار بيانات بمعنى أنها تكون بوابة إخراج إذا كانت المعلومات خارجة وتكون بوابة إدخال إذا كانت المعلومات داخلة وذلك دون استخدام أى أمر أو اللجوء إلى مسجل التحكم لعمل ذلك . لذلك فإن البوابة A عندما تكون في هذه الحالة فإنها تستخدم خمساً من خطوط البوابة C فى نظام المصافحة أو الحوار وهذه الخطوط هي PC3 إلى PC7 . إن هذه الحالة هي أعقد الحالات التي تستخدم مع الشريحة 8255A وعادة يستخدم في حالات الاتصال بين حاسبين أو بين المعالج والأقراص الصلبة ولذلك سنكتفى بهذه الإشارة عن هذه الحالة .

MVI A,84H ;	البوابة B إخراج في الحالة 1 و A و C إخراج في الحالة 0
OUT 03H ;	إرسال إلى مسجل التحكم
LXI H,E100 ;	إشارة لبداية الأحرف المطلوب طباعتها
MVI B,50H ;	المسجل B عداد لهذه الأحرف
NEXT: IN 02 ;	قراءة البوابة C لمعرفة حالة الخط OBF وهو الخط PC1
ANI 02H ;	حجب لجميع البتات ما عدا PC1
JZ NEXT ;	دوران في الحلقة طالما أن PC1=OBF=0
MOV A,M ;	إحضار حرف ووضع في المرمز
OUT 01H ;	إخراج على البوابة B (الطابعة)
INX H ;	إشارة إلى الحرف التالي
DCR B ;	إنقاص العداد بمقدار 1
JNZ NEXT ;	قفز لطباعة الحرف التالي

شكل (10-27) برنامج الطابعة الموصلة في شكل (10-26)

10-6 تمارين

1. ما المقصود بالإدخال والإخراج ؟
2. ما هو الفرق بين الإدخال والإخراج والكتابة والقراءة من الذاكرة ؟
3. أيهما أسرع ، إرسال واستقبال البيانات على التوالى ، أم على التوازي ؟ اذكر بعض التطبيقات التي تستخدم كل نوع ؟

4. عند تنفيذ المعالج للأمر OUT 00 مثلا ، فإنه يقوم بالتأثير على المسارات الثلاثة ، اذكر هذه التأثيرات ؟
5. عند تنفيذ المعالج للأمر IN 00 مثلا ، فإنه يقوم بالتأثير على المسارات الثلاثة ، اذكر هذه التأثيرات ؟
6. أعد رسم شكلي (7-10 و 8-10) مستخدما فالك شفرة decoder بدلا من مقارنة العناوين ؟
7. أعد رسم شكلي (9-10 و 10-10) مستخدما فالك شفرة decoder بدلا من مقارنة العناوين ؟
8. مطلوب توصيل بوابة إخراج واحدة فقط وأخرى إدخال على المعالج ، ارسم أبسط دائرة للتوصيل ؟
9. ما هو المقصود بالتشفير الكامل والتشفير الناقص ؟ من أى أنواع التشفير تكون الدائرة التي وصلتها في السؤال الثامن ؟
10. عند تنفيذ المعالج للأمر STA adr مثلا ، يقوم بالتأثير على المسارات الثلاثة ، اذكر هذه التأثيرات ؟ كيف يمكن استغلال هذه التأثيرات لبناء بوابة إخراج ؟
11. عند تنفيذ المعالج للأمر LDA adr مثلا فإنه يقوم بالتأثير على المسارات الثلاثة ، اذكر هذه التأثيرات ؟ كيف يمكن استغلال هذه التأثيرات لبناء بوابة إدخال ؟
12. ماذا تعني خريطة الذاكرة لأى ميكروكومبيوتر ؟ ارسم خريطة الذاكرة للميكروكومبيوتر الذى تستخدمه وادرسها جيدا ؟
13. أعد رسم شكلي (10-12 و 10-13) مستخدما مقارنة عناوين بدلا من فالك الشفرة decoder ؟
14. هل يمكن بناء بوابة إخراج تأخذ نفس عنوان أحد أماكن الذاكرة الموجودة فعلا ؟
15. هل يمكن بناء بوابة إدخال تأخذ نفس عنوان أحد أماكن الذاكرة الموجودة فعلا ؟
16. من وجهة نظر المعالج فإن الشريحة 8255A تتكون من 4 مسجلات يمكن القراءة منها والكتابة فيها ، هل هذه العبارة صح أم خطأ ؟
17. هل من الضروري أن تكون عناوين البوابات A و B و C متتابعة أى 5A و 5B و 5C مثلا وذلك فى الشريحة 8255A ؟
18. هل يمكن استخدام الشريحة 8255A وعنوانها بطريقة خرائط الذاكرة ؟ أم أنه لابد من استخدامها مع الأمرين IN و OUT ؟
19. اشرح مع التبسيط الحالات modes الثلاثة لتشغيل الشريحة 8255A ؟

الفصل الحادى عشر

دراسة لباقى أطراف المعالج من خلال

تطبيق: التحكم فى إشارة مرور

Control of a Traffic Light

1-11 مقدمة

إنه في الكثير من الأحيان وعند ذكر التطبيقات التي تستخدم الميكروكومبيوتر للتحكم في أى عملية صناعية يتبادر إلى ذهننا فوراً الميكروكومبيوتر بصورته المركبة والمعقدة حيث الشاشة ولوحة المفاتيح والطابعة ووحدة التحكم المركزى cpu والكمية الهائلة من الذاكرة التي قد تصل إلى الكثير من الميجابايتات ، فى حين أن العملية من الممكن أن تكون أبسط من ذلك بكثير كما سنرى . سنحاول فى هذا الفصل أن نقدم عرضاً مفصلاً وشرحاً دقيقاً لدائرة المعالج على كارت اليكترونى واحد one board وهذا الكارت يمكن استخدامه فى الكثير من أغراض التحكم ومنها على سبيل المثال عملية التحكم فى متغيرات تنك تقطير المياه التى ذكرناها فى مقدمة الفصل العاشر وسوف نستخدم هذه الدائرة فى هذا الفصل فى عملية التحكم فى إشارة مرور رباعية كتطبيق على ذلك .

2-11 تركيب الدائرة

إن الميكروكومبيوتر بمعناه العام والشامل وكما ذكرنا فى الفصل الأول من هذا الكتاب يتركب من شاشة للعرض ولوحة مفاتيح ووحدة تحكم مركزى cpu وكمية من الذاكرة ثقل أو تكثر على حسب متغيرات وأوضاع كثيرة . إن الكثير من التطبيقات وبالذات التى تستخدم المعالج فى أغراض التحكم لا تحتاج إلى كل هذه الإمكانيات ، فما فائدة شاشة العرض مثلاً فى دائرة نريد تصميمها للتحكم فى سرعة محرك والحفاظ على ثباتها ؟ أو ما فائدة لوحة المفاتيح أو الكمية الهائلة من ال RAM فى دائرة نريد تصميمها للتحكم مثلاً فى إشارة مرور فى تقاطع معين داخل مدينة ؟ من هنا كان السؤال عن ما هى أقل الإمكانيات التى نستطيع بها أن نصمم دائرة تكون سهلة البناء ، رخيصة التكاليف ، وتفى بمعظم التطبيقات التى تحتاج إلى المعالج كعنصر أساسى فى تطبيقات التحكم الآلى ؟

- تتكون أى دائرة تستخدم المعالج فى أغراض التحكم العامة من الأجزاء التالية :
1. المعالج وقد تم تهيئة جميع مساراته لعملية المواجهة مع الأجهزة المحيطة
 2. شريحة ذاكرة EPROM تحتوى البرنامج الذى سيقوم بالعملية التى تستخدم من أجلها دائرة المعالج .
 3. شريحة RAM قد تكون هناك الحاجة إليها من قبل البرنامج السابق ، وإذا لم تكن هناك حاجة إليها يمكن فى هذه الحالة الإستغناء عنها .
 4. عدد من بوابات الإدخال والإخراج على حسب الحاجة والتطبيق الذى تستخدم من أجله الدائرة المذكورة .

لكي نفهم طريقة عمل هذه الدائرة فنحن نعلم أن المعالج عند إعطائه نبضة RESET أو عند بداية تشغيله يبدأ التنفيذ من عنوان معين وهذا العنوان يختلف من معالج لآخر ، فإذا جعلنا هذا العنوان هو أول عنوان في البرنامج الذي كتبناه لهذا الغرض (غرض التحكم في أى عملية صناعية) والموجود فى شريحة ال EPROM والتي تم توصيلها بحيث تعمل مع هذا العنوان ، فإنه بمجرد تشغيل المعالج سينفذ البرنامج ويتعامل مع بوابات الإدخال والإخراج وعلى حسب ظروف العملية التى صمم من أجلها . المفروض طبعاً أن هذا البرنامج سيكون برنامجاً يدور فى حلقة لا نهائية تجعل المعالج فى حالة تنفيذ مستمرة للبرنامج .

11-2-1 مثال توضيحي

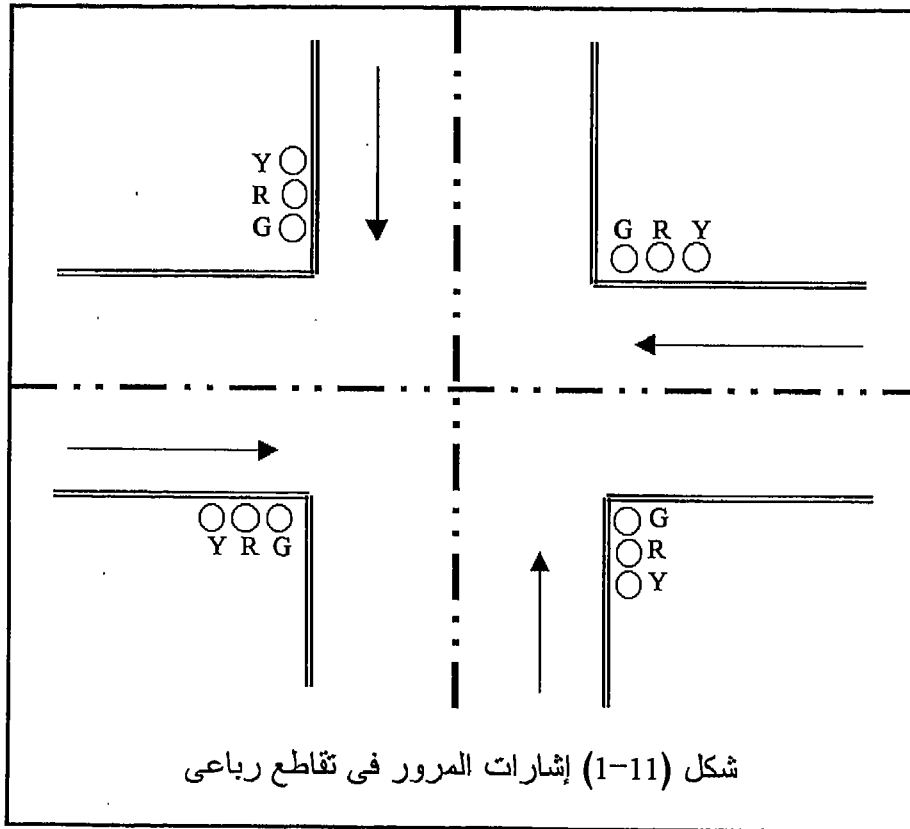
كمثال على ذلك سنقوم فى هذا الفصل إن شاء الله بعمل نظام تحكم فى إشارة مرور فى تقاطع رباعى كالمبين فى شكل (11-1) بحيث يحتوى كرت التحكم على مفتاح (خط تحكم يدوى يستعمل بواسطة رجل المرور عند اللزوم) ، بحيث عندما يكون هذا المفتاح واحداً فإن الإشارات تعمل فى الوضع الطبيعى وعندما يكون هذا المفتاح صفراً فإن اللون الأصفر فى جميع الإتجاهات يضىء ويطفىء flashing بتردد معين وليكن نصف ثانية .

سنقوم هنا ببناء الدائرة مستخدمين المعالج 8085 بعد تجربتها والتأكد من صحتها معملياً ، وسنترك للقارئ حرية إعادة بناء الدائرة مستخدماً إما المعالج Z80 أو أى معالج آخر إذا كان يفضل العمل بأحدها وسوف نشير إلى أى معلومات ضرورية لذلك فى حينها .

سيقوم المعالج لحل هذه المشكلة بإدارة عدد 12 لمبة فى الأركان الأربعة من التقاطع منها أربعة باللون الأخضر Green, G ، واحدة فى كل ركن ، وأربعة باللون الأصفر Yellow, Y ، واحدة فى كل ركن ، وأربعة باللون الأحمر Red, R واحدة أيضاً فى كل ركن كما هو مبين فى شكل (11-1) . لإنارة هذا العدد من اللمبات (12) سنحتاج إلى بوابتى إخراج سنستخدم منهما 12 بت لللمبات والأربع بتات الباقية سنتركها بدون استخدام حالياً أو لما قد يجد فى المستقبل من إضافات بالنسبة للدائرة . بالنسبة لمفتاح التحكم الذى سيشغل الإشارة إما فى الوضع الطبيعى أو الوضع الترددى flashing فإننا سنحتاج لبوابة إدخال يقرأ منها المعالج قيمة هذا المفتاح باستمرار قبل البدء فى أى دورة من دورات الإشارة كما سنرى بعد قليل . لذلك فإننا سنحتاج للشرائح التالية لكى نتم عملية بناء دائرة التحكم فى إشارة المرور :

- شريحة المعالج Intel 8085 وقد وصلت جميع أطرافها إلى الجهد المناسب (سواء أرضى أو Vcc) وسنرى كيفية توصيل هذه الأطراف فى الجزء القادم .

- شريحتين 74374 لفصل buffer مسار العناوين وقد رأينا ذلك فى الفصل الثامن .
- شريحة 74245 لفصل buffer مسار البيانات كما فى الفصل الثامن أيضا .
- شريحة 74138 وشريحة 74125 للحصول على خطوط التحكم $\overline{\text{MEMR}}$ و $\overline{\text{MEMW}}$ و $\overline{\text{IOR}}$ و $\overline{\text{IOW}}$ وقد رأينا ذلك أيضا فى الفصل الثامن .
- ثلاث بوابات ، وهذه قد فضلنا أن نحصل عليها من الشريحة 8255A التى شرحناها فى الفصل العاشر .
- شريحة EPROM وهى الشريحة 2716 التى تحتوى على 2 كيلوبايت EPROM حيث سيتم حرق (كتابة) البرنامج عليها .
- بعض الشرائح البسيطة مثل 7408 وهى AND وشريحة عاكس التى نحتاجها لعملية التشفير المبسطة للبوابات وشريحة الذاكرة .
- القليل من المقاومات والمكثفات كما سنرى بعد قليل فى الدائرة الكاملة لهذا الكارت . سنطلق على هذه الدائرة إسم دائرة الميكروكومبيوتر ذى الكارت الواحد one board microcomputer .



يجب على مستخدمى المعالج 8085 والمعالجات الأخرى أن يراعوا استخدام الشرائح المناسبة كما رأينا فى الفصل الثامن عند فصل مسارات كل واحد من هذه المعالجات .

عند تنفيذ هذا الكارت ستواجهنا بعض الأطراف لشريحة المعالج التى لا نعرف وظيفتها بالضبط لأننا لم ندرسها حتى الآن ولذلك فإننا لا نعلم ماذا نفعل بهذه الأطراف ، هل نتركها مفتوحة floating أم هل نوصلها بالأرضى أم Vcc. الجزء القادم من هذا الفصل سنشرح فيه وظيفة كل طرف من هذه الأطراف وماذا نفعل به على الكارت وذلك لكل واحد من المعالجات 8085 و 8080 وذلك قبل أن ندخل فى تفاصيل حل مثال إشارات المرور .

3-11 الأطراف الأخرى للمعالج 8085

لقد درسنا فى الأجزاء السابقة وظيفة أطراف المسارات الثلاثة للشريحة 8085 (40 طرفاً) وهى كالتالى :

1. أطراف مسارى العناوين والبيانات وعددها 16 خط .
 2. أطراف التحكم وعددها 3 خطوط (\overline{RD} , $\overline{IO/M}$, \overline{WR}).
 3. الطرف ALE .
 4. طرفان للقدرة Vcc والأرضى .
- مجموع هذه الأطراف هو 22 طرفاً ويتبقى 18 طرفاً لم نعلم عنها شيئاً حتى الآن وسنقوم فى هذا الجزء بشرح سريع لوظائف هذه الأطراف المتبقية . شكل (11-2) يبين إعادة لرسم أطراف الشريحة 8085 لتسهيل عملية المتابعة .

11-3-1 إشارات التزامن Clock signals

الشريحة 8085 تحتوى على مذبذب وهذا المذبذب يأخذ تردداته من بللورة أو كريستال crystal توصل بين الطرفين 1 و 2 للشريحة . هذا المذبذب ينتج عنه موجة جيبية ذات تردد يساوى 4 ميغاهرتز . الشريحة 8085 تحتاج إلى نبضات تزامن مربعة وذات تردد يساوى 2 ميغاهرتز ولذلك فإنه وكما هو موضح فى شكل (11-3) فقد وصل خرج المذبذب الجيبى على مقارن من نوع شमित ليقوم بتحويل الموجة الجيبية إلى موجة مربعة ثم بعد ذلك أدخلت هذه الموجة المربعة على قاسم ليقوم بقسمة تردد الموجة المربعة على 2 فنحصل عند خرج القاسم على موجة مربعة ذات تردد 2 ميغاهرتز حيث تستخدم هذه الموجة فى جميع أغراض التزامن والتشغيل داخل الشريحة 8085 . شكل (11-3) يبين كيفية الحصول على هذه النبضات . هناك الكثير من الشرائح المحيطة والمساعدة للشريحة 8085 والتى تحتاج إلى نفس نبضات التزامن التى تعمل عليها ، لذلك

فقد تم إخراج نبضات التزامن على الطرف 37 لشريحة المعالج لكي تتمكن الشرائح والأجهزة المحيطة من الاستفادة منها .

X1	1	40	Vcc
X2	2	39	HOLD
Reset out	3	38	HLDA
SOD	4	37	CLK OUT
SID	5	36	Reset in
TRAP	6	35	READY
RST7.5	7	34	IO/M
RST6.5	8	33	S1
RST5.5	9	32	RD
INTR	10	31	WR
INTA	11	30	ALE
AD0	12	29	S0
AD1	13	28	A15
AD2	14	27	A14
AD3	15	26	A13
AD4	16	25	A12
AD5	17	24	A11
AD6	18	23	A10
AD7	19	22	A9
Vss	20	21	A8

المعالج 8085

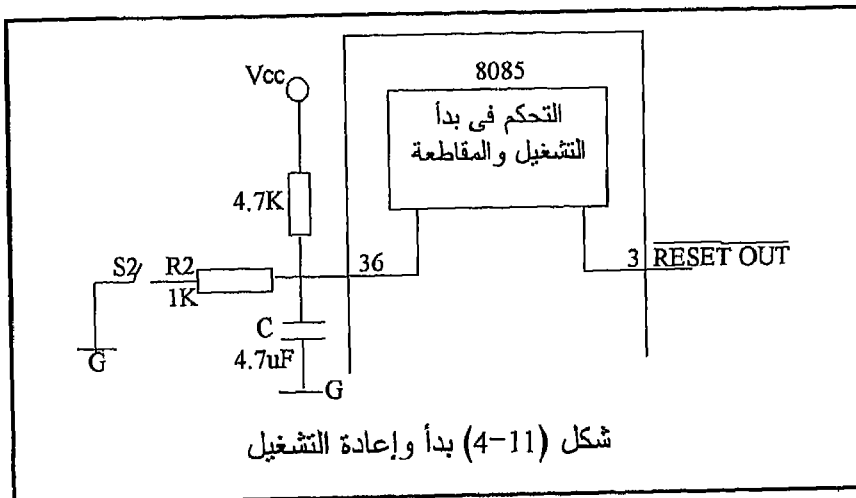
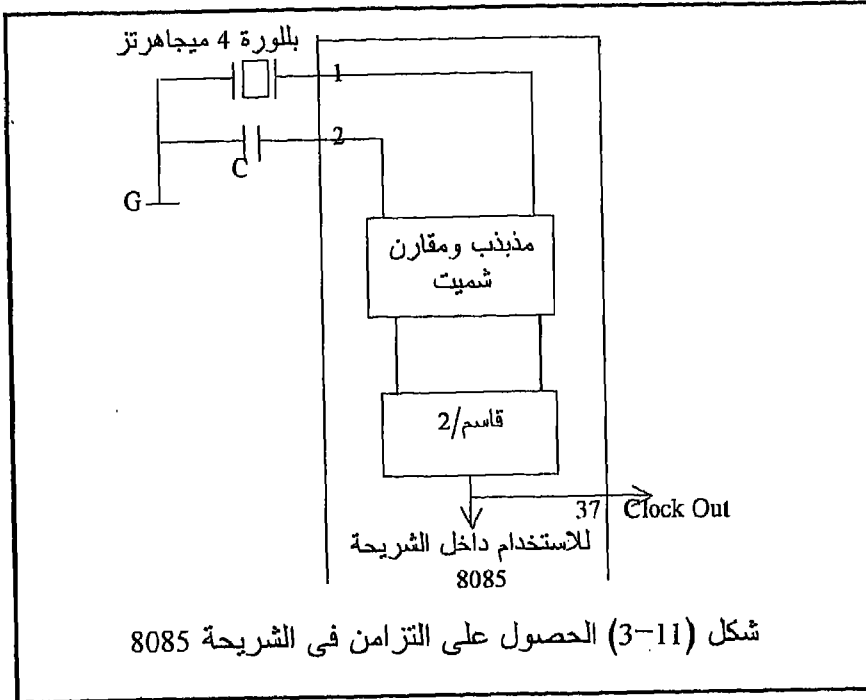
شكل (11-2) الشريحة 8085

11-3-2 بدأ وإعادة تشغيل المعالج

Starting and resetting the processor

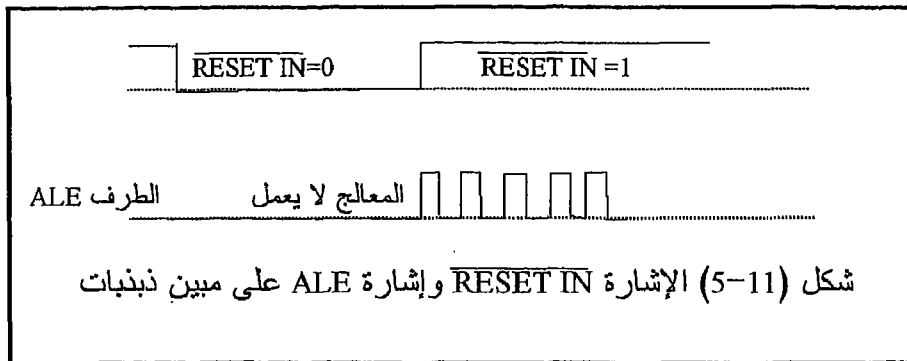
عند وضع صفر على الطرف 36 للشريحة 8085 وهو الطرف RESET IN فإن عداد البرنامج داخل الشريحة يصبح 0000H (ستعشري) وعند عودة هذا الطوف إلى الواحد فإن المعالج يبدأ تنفيذ البرنامج الخاص بإعادة التشغيل والموجود عند المكان 0000H في الذاكرة . شكل (11-4) يبين دائرة يمكن استخدامها في عملية بدأ وإعادة التشغيل . عند بدء التشغيل فإن المكثف C يشحن من خلال المقاومة R1 إلى أن يصل جهده إلى القيمة high أو الواحد الثنائي عندها تبدأ الشريحة في العمل من العنوان 0000H كما ذكرنا . إن هذا التأخير الناتج من شحن المكثف

يُعتبر ضرورياً حتى نضمن عدم تشغيل الشريحة قبل أن يستقر الجهد وحتى نتلافى المشاكل اللحظية Transients التي تحدث عند بدأ التشغيل .



يمكن في أي وقت أثناء عمل الشريحة 8085 إرسال إشارة إعادة تشغيل إليها من خلال الطرف 36 عن طريق قفل المفتاح S2 حيث عندها يبدأ المكثف C في

التفريغ من خلال المقاومة R2 وطالما أن المفتاح S2 مغلق فإن الشريحة 8085 لن تعمل . عند ترك المفتاح S2 يفتح يبدأ المكثف C في عملية الشحن من خلال المقاومة R1 حيث تبدأ خطوات إعادة التشغيل التي شرحناها سابقا . يمكن رؤية عملية بدء وإعادة التشغيل على ميين الذبذبات كما في شكل (5-11) .



كما نعلم فإن الطرف ALE في أثناء عمل الشريحة 8085 يجب أن تكون عليه موجة مربعة تعكس حالة الإشارة الموجودة على أطراف المسارات AD0-AD7 ، فإذا كان هذا الخط low فإن الإشارة تكون بيانات ، أما إذا كان هذا الخط high فإن الإشارة تكون عناوين وكما نعلم فإن المعالج أثناء عمله لا بد وأن يكون في حالة تعامل مع بيانات أو عناوين لذلك فإننا يجب أن نرى موجة مربعة على الخط ALE وهذه يمكن استخدامها للدلالة على أن المعالج يعمل . شكل (5-11) يبين الإشارة الموجودة على الطرف ALE مع الإشارة الموجودة على الطرف $\overline{\text{RESET IN}}$ ، لاحظ في هذا الشكل أنه طالما أن طرف بدء التشغيل low فإنه ليس هناك أى إشارة على الطرف ALE وعند رجوع طرف بدء التشغيل إلى ال high تظهر الموجة المربعة على الطرف ALE دلالة على أن المعالج بدأ في العمل .

3-3-11 الطرفان HOLD و HLDA

لكي يتم اتصال بين أى جهاز خارجي والذاكرة فإن ذلك يكون عادة عن طريق المعالج ، حيث يأخذ المعالج المعلومة من الجهاز الخارجى من خلال مسار البيانات ويقوم بإرسالها إلى المكان المحدد في الذاكرة من خلال مسار البيانات وبمساعدة مسارى العناوين والتحكم . هذه الطريقة من الإتصال تسمى بطريقة الإتصال غير المباشر مع الذاكرة حيث يكون الإتصال عن طريق المعالج . هناك طريقة الإتصال المباشر Direct Memory Access, DMA والتي يقوم فيها الجهاز الخارجى بإرسال معلوماته مباشرة إلى الذاكرة دون اللجوء إلى المعالج .

من أمثلة ذلك نسخ المعلومات من ذاكرة الحاسب إلى الإسطوانة اللينة Floppy disk والعكس . في حالة الإتصال المباشر بالذاكرة فإن المعالج يجب عليه في هذه الحالة أن ينزل أو يترك أو يفصل عن المسارات جميعها ليستخدمها الجهاز الخارجى في عملية الإتصال بالذاكرة وحتى لا يحدث أى تصادم فى المعلومات على هذه المسارات . عندما يحتاج الجهاز الخارجى للمسارات ليقوم من خلالها بالإتصال المباشر بالذاكرة فإنه يخبر المعالج بذلك عن طريق اعطاء إشارة High على الخط HOLD . كلمة Hold تعنى امسك أو قف أو تجمد على وضعك الحالى وهذا هو ما يحدث فعلا للمعالج . عندما يتبين المعالج وجود high على الطرف HOLD وهو الطرف رقم 39 فإنه يقوم بإنهاء دورة الماكينة Machine cycle الحالية والتي يقوم بتنفيذها ثم يوقف تنفيذ البرنامج ويضع جميع خطوط المسارات فى حالة المقاومة العالية وهى حالة العزل أو الانفصال ويتجمد على هذا الوضع إلى أن يعود الخط HOLD إلى الصفر مرة أخرى . بذلك يكون المعالج قد انفصل عن المسارات ، وعند ذلك فإنه يعطى إشارة للدلالة على أنه انفصل عن المسارات عن طريق وضع الخط رقم 38 وهو HLDA فى وضع ال high أى واحد . HLDA تعنى الاعتراف بحالة التجمد Hold Acknowledge . المفروض على الجهاز الخارجى بعد أن يرسل الإشارة high إلى المعالج على خط ال HOLD أن يتتبع الإشارة الموجودة على الخط HLDA ، فعندما يصبح هذا الخط واحداً فإن ذلك يعنى أن المعالج قد انفصل عن المسارات وعندها فقط يستطيع الجهاز الخارجى أن يستخدم المسارات . يمكن استخدام الخط HLDA أيضاً بحيث عندما يكون واحداً فإنه يضع جميع الشرائح المستخدمة فى عملية فصل المسارات الثلاثة فى الحالة الثالثة وهى حالة المقاومة العالية . فى دائرة الميكروكومبيوتر التى سنبنها نريد أن يكون المعالج فى حالة عمل مستمر ولن نقطعه أبداً أو نطلب منه مساراته ، ولذلك سنوصل خط الدخل HOLD بالحالة low أى غير فعال ، وخط الخرج HLDA سنتركه مفتوحاً ولن نوصله بأى شئ لأنه يمثل إشارة خرج من المعالج وتركه مفتوحاً لن يؤثر على عمل المعالج .

11-3-4 الطرف READY

إن جميع أجهزة الميكروكومبيوتر تكون بها إمكانية تنفيذ البرامج بنظام الخطوة بخطوة Step by step execution فى حالة تعاملها بلغة الأسمبلى . فى هذا النظام فإن المعالج ينفذ خطوة أو أمراً واحداً من البرنامج بعد إعطائه الأمر بذلك ثم ينتظر أمراً آخر لى ينفذ الخطوة التالية وهكذا . إن المعالج بعد تنفيذ أى أمر يدخل فى حالة انتظار Waiting إلى أن يجيئه الأمر بتنفيذ الخطوة التالية . فى أثناء حالة الانتظار تبقى آخر إشارة وضعت على المسارات كما هى ولا تتغير حتى أنه بعد الإنتهاء من حالة الانتظار يستأنف المعالج عملية التنفيذ من نفس

المكان الذى توقف عنده . السؤال الآن كيف نستطيع إدخال المعالج فى حالة الانتظار هذه؟ إن ذلك يتم عن طريق الطرف رقم 35 من الشريحة 8085 وهو الطرف READY بمعنى جاهز أو مستعد . إن المعالج قبل تنفيذ أى أمر يقوم باختبار الطرف READY فإن كان هذا الطرف high يتم تنفيذ الأمر وإن كان الطرف READY فى حالة low فإن المعالج لن يتم تنفيذ الأمر وسيدخل فى حالة انتظار كما شرحنا . يجب هنا أن نفرق بين حالة الانتظار الناتجة من صفر يوضع على الطرف READY وحالة ال HOLD التى رأيناها فى الجزء السابق . فى حالة HOLD ينفصل المعالج تماما عن المسارات وتكون جميع المسارات فى وضع المقاومة العالية . أما فى حالة الانتظار التى نحن بصدها هنا فلا ينفصل المعالج عن المسارات ولكن تبقى المسارات حاملة لآخر إشارة تم وضعها على المسارات قبل أن يكون الخط READY صفرا . فى دائرة الميكروكومبيوتر التى سنبنها نريد المعالج أن يكون فى حالة عمل مستمر ولذلك فسوف نضع الخط READY فى حالة HIGH باستمرار أى غير فعال .

11-3-5 طرفى الحالة S1, S0

الإشارة الموجودة على هذين الخطين تبين حالة المعالج عند أى لحظة من اللحظات حيث أن المعالج لابد وأن يكون فى حالة من الأربع حالات الآتية :

1. حالة انتظار Waiting وهذه كما رأينا تكون عندما نضع صفرا أو low على الخط READY .
 2. حالة كتابة سواء كانت كتابة فى ذاكرة أو بوابة إخراج .
 3. حالة قراءة أمر من الذاكرة وتكون هذه فى أثناء دورة إحضار الأمر .
 4. حالة قراءة معلومة سواء كانت المعلومة فى الذاكرة أو فى بوابة إدخال .
- شكل (11-6) يبين الشفرة الموجودة على هذين الخطين فى مقابل كل حالة من الحالات الأربع . لاحظ أن الإشارة الموجودة على هذين الخطين تكون خارجة من المعالج ولذلك فإننا فى دائرة الميكروكومبيوتر التى سنبنها سنترك هذين الخطين مفتوحين ولن نوصلهما بأى توصيلات خارجية .

حالة المعالج	S1	S0
انتظار Waiting	0	0
كتابة Write	0	1
قراءة Read	1	0
قراءة أمر Fetching	1	1

شكل (11-6) الحالات المختلفة للشريحة 8085

11-3-6 أطراف المقاطعة INTR, TRAP, RST7.5, RST6.5, RST5.5

يمكن استخدام خطوط المقاطعة لإيقاف المعالج من تنفيذ البرنامج الذى يقوم بتنفيذه الآن وجعله يذهب لتنفيذ برنامج آخر يسمى برنامج خدمة المقاطعة وبعد الانتهاء من تنفيذ برنامج خدمة المقاطعة يعود المعالج إلى البرنامج الأسمى حيث يستأنف تنفيذه من نفس المكان الذى حدثت عنده المقاطعة . لقد أفردنا فصلا كاملا للمقاطعة لمن يريد تفاصيل وأمثلة عن هذا الموضوع ، وما يهمنا الآن هو ماذا سنفعل بهذه الخطوط الآن ؟ إذا كنا نريد استخدام المقاطعة فى البرنامج الذى سنستخدمه مع الميكروكومبيوتر الذى ننوى بناءه فى هذا الفصل فعلىنا أن نرجىء عملية بناء الدائرة لحين مراجعة الفصل الخاص بالمقاطعة ، أما إذا كنا لنستخدم المقاطعة (كما هى الحال فى المثال الذى نحن بصدد) فإن جميع هذه الخطوط يجب أن توضع فى حالة عدم الفعالية وهذه الحالة تكون عند توصيل هذه الخطوط بالأرضى أى low كما هو مبين فى الدائرة الكاملة للميكروكومبيوتر فى آخر هذا الفصل .

11-3-7 الطرفان SOD, SID

الشريحة 8085 يمكنك أن تستقبل منها أو ترسل إليها بيانات تتابعية Serial أى بت بعد بت وليس بنظام البايث كما عرفنا سابقا . لن نتكلم عن عملية إدخال وإخراج البيانات تتابعيا فى هذا الكتاب ولكن الذى يهمنا هنا هو أن نعرف أن البيانات التتابعية تخرج من المعالج على الطرف SOD الذى يعنى Serial Output Data بعد وضعها فى مسجل التراكم وأما البيانات المراد إدخالها تتابعيا فإنها تدخل على الطرف SID الذى يعنى Serial Input Data ومنه إلى مسجل التراكم. هذان الطرفان لن يكون لهما أى فعالية فى دائرة الميكروكومبيوتر ذى الكارت الواحد ولذلك فإننا سنتركهما مفتوحان حيث أنهما لن يؤثرأ على تشغيل المعالج بأى حال . لاحظ أن جميع الخطوط التى تحمل إشارة خرج من المعالج والتى لن يتم استخدامها يجب أن نتركها مفتوحة ولا يتم توصيلها بأى شىء (الأرضى أو ال Vcc) لأن ذلك يمكن أن يؤثر على عمل المعالج بما لا تحمد عقباه .

11-4-4 الأطراف الأخرى للمعالج Z80

11-4-1 أطراف المقاطعة RESET, BUSRQ, INT, NMI

جميع هذه الأطراف تعتبر مداخل للمعالج يمكن مقاطعته من عليها وجميعها فعالة عند الصفر active low ، ولذلك فإنه طالما أن دائرة الميكروكومبيوتر ذى الكارت الواحد لن تستخدم المقاطعة أصلا فإننا سنضع جميع هذه الخطوط فى

حالة خمول بتوصيلها إلى Vcc أى high مع العلم أن فصل المقاطعة فى هذا الكتاب خاص بعمليات المقاطعة لمن يريد الإستزادة فى هذا الموضوع . الذى يهمنى معرفته هنا هو العنوان الذى يقفز إليه المعالج عند عمل RESET له أو عند إعادة القدرة إليه ؟ عند إعطاء نبضة على الطرف RESET يقفز المعالج Z80 إلى العنوان 0000H حيث يبدأ تنفيذ البرنامج الموجود فى هذا المكان ، لذلك يمكن توصيل هذا الطرف بدائرة كالمبينة فى شكل (11-4) والتي استخدمناها لعمل RESET للبروسيسور 8085 . الخطان \overline{BUSACK} و \overline{BUSRQ} يكافئان الخطان HOLD و \overline{HLDA} فى حالة المعالج 8085 حيث يمكن لأى جهاز خارجى بجعل الطرف \overline{BUSRQ} فعالا low أن يطلب من المعالج التخلي عن المسارات ووضعها فى الحالة المنطقية الثالثة حتى يتسنى للجهاز الخارجى إستعمالها فى التعامل المباشر مع الذاكرة مثلا . \overline{BUSRQ} تعنى طلب المسارات Bus Requist . عندما يتخلى المعالج عن المسارات يقوم بوضع صفر low على الخط \overline{BUSACK} والذى منه يعرف الجهاز الخارجى أن المعالج قد تخلى فعلا عن المسارات وتركها وكلمة \overline{BUSACK} تعنى اعترافا بطلب التخلي عن المسارات Bus Acknowledge . فى حالة استخدام المعالج Z80 فى دائرة الميكروكمبيوتر المقترحة يجب أن يوضع الخط \overline{BUSRQ} فى حالة خمول أو عدم فعالية بتوصيلة على Vcc أى high . أما الخط \overline{BUSACK} فطالما أنه خط خرج فيجب أن يترك مفتوحا open ولا يوصل بشيء .

11-4-2 الطرف RFSH

يستخدم هذا الخط فى عملية تجديد محتويات الذاكرة الديناميكية dynamic memory كل فترة زمنية محددة ، وطالما أن هذا الخط يعتبر خط خرج أى يحمل إشارات خارجة من المعالج فإننا سنتركه مفتوحا طالما أننا لن نستخدم هذا النوع من الذاكرة فى الدائرة المقترحة ولا ننوى الدخول فى تفاصيل عملية المواجهة مع الذاكرة الديناميكية هنا .

11-4-3 الطرف HALT

الخط HALT خط خرج ويكون فعالا عندما يكون المعالج فى حالة HALT أى توقف عن العمل بعد تنفيذ الأمر HALT ولا يخرج المعالج من هذه الحالة إلا عن طريق مقاطعة وطالما أنه خط خرج فسنتركه مفتوحا open .

11-4-4 الطرف WAIT

يستخدم هذا الخط فى إدخال المعالج فى حلقة إنتظار حيث يتوقف فيها المعالج عن تنفيذ أى أمر ولا ينفصل عن المسارات ويمكن استخدام هذا الطرف فى تنفيذ

البرامج بنظام الخطوة خطوة مثل الطرف READY فى المعالج 8085 وأيضا عندما تكون الأجهزة المحيطة غير مستعدة للتعامل مع المعالج بسبب فارق السرعة مثلا . هذا الخط يكون فعالا عندما يكون صفرا أى أنه active low ولذلك فإننا يجب أن نوصله على Vcc فى دائرة الميكروكمبيوتر المقترحة لنجعله غير فعال .

11-4-5 الطرف M1

هذا الخط هو خط خرج يبين حالة المعالج حيث يكون فعالا عندما يكون المعالج فى حالة إحضار الأوامر من الذاكرة وهذا الخط لن نستخدمه فى دائرتنا ولذلك سنتركه مفتوحا open .

11-4-6 الطرف CLK

يستخدم هذا الخط لإدخال نبضات التزامن الخاصة بالمعالج وهى نبضات TTL يتراوح ترددها بين 2.5MH أو 4MH أو 6MH وذلك على حسب نوع المعالج المستخدم .

بذلك نكون قد انتهينا من التعرف على جميع الأطراف الأخرى للبروسيسور Z80 وعرفنا فكرة موجزة عنها ونستطيع أن نلخص القول فى أن جميع خطوط الخرج الغير مستخدمة يجب أن تترك مفتوحة open وجميع خطوط الدخل الغير مستخدمة توضع فى وضع خمول أى عدم فعالية .

11-5 إشارات المرور

الآن بعد أن عرفنا وظيفة كل طرف من أطراف المعالج وماذا سنفعل بكل طرف من الأطراف الغير مستخدمة ، ماذا عن دائرة المعالج التى ستتحكم فى إشارة المرور كما ذكرنا فى المثال التوضيحي ؟ قبل أن ندخل فى تفاصيل بناء أو حل هذه المسألة سننق بعض الوقت فى التفكير فى خطة الحل . إن حل هذه المسألة كباقي المسائل التى تستخدم المعالج يتكون من جزء بناء الدائرة hardware وجزء برمجة software . بالنسبة لجزء البناء وكما أشرنا فى بداية الفصل فإننا سنحتاج لما يلى :

1. المعالج وقد تم فصل جميع مساراته ، مسار البيانات D0 إلى D7 ومسار العناوين A0 إلى A15 ومسار التحكم بالإضافة إلى خط إعادة الوضع . سنستخدم كما ذكرنا المعالج 8085 كمثال ومن يريد استخدام أى معالج آخر فذلك أصبح سهلا جدا بعد قراءة هذا الفصل . ولقد رأينا فى الفصل الثامن كيفية فصل

المسارات الثلاثة ويمكن مراجعة ذلك وبالذات للمعالج 8085 الذى سنستعمله فى هذا المثال . شكل (11-7) يبين المعالج والشرائح المستخدمه فى عملية الفصل .

2. إشارة المرور الرباعية كما رأينا بها 12 لمبة (ثلاثة فى كل ركن من أركان التقاطع ، أحمر وأخضر وأصفر) ومطلوب إدارة هذه اللمبات بتتابع معين وأزمنة محسوبة كما سنرى بعد قليل . لذلك سنحتاج إلى بوابتى إخراج بمجموع 16 بت سنستخدم منهم 12 لإدارة ال 12 لمبة ويتبقى 4 بتات من ال 16 لن نستخدم وستترك للاستخدام المستقبلى . كما ذكرنا سابقا فى المثال التوضيحي فإن هناك مفتاح سيقوم المعالج بقراءته دائما وإذا كان هذا المفتاح واحدا (ON) فإن الإشارة تعمل فى الحالة العادية ، وأما إذا كان المفتاح صفرا (OFF) فإن الإشارة ستعمل فى الحالة الترددية للون الأصفر flashing . لذلك فإننا سنحتاج إلى بوابة إدخال سنستعمل منها بت واحدة لقراءة حالة هذا المفتاح والباقي لن نستخدم وسيترك لأى استخدامات مستقبلية . خلاصة القول أننا سنحتاج إلى بوابتى إخراج وبوابة إدخال . بعد أن قررنا أننا سنحتاج إلى بوابتى إخراج وبوابة إدخال يجب أن نقرر أيضا بأى طريقة من الطرق التى درسناها فى الفصل العاشر سنبنى هذه البوابات . لقد قررنا نحن أن نستخدم البوابات القابلة للبرمجة أى الشريحة 8255A وذلك لسهولة برمجتها وبنائها وكونها شريحة واحدة تحتوى الثلاث بوابات التى نحتاج إليها . شكل (11-8) يبين طريقة توصيل هذه الشريحة على المسارات الثلاثة القادمة من المعالج .

3. يبين شكل (11-8) أيضا كيفية توصيل شريحة الذاكرة EPROM وهى الشريحة 2716 التى سنكتب عليها برنامج التحكم فى كل العملية . لقد درسنا فى الفصل التاسع طريقة توصيل الذاكرة على المعالج والعملية هنا أبسط بكثير مما شرحنا فى الفصل التاسع ، فإنه طالما أن المعالج سيكون متصلا بشريحة ذاكرة واحدة فإن عملية العنوان والتفسير من الممكن أن تكون بسيطة جدا إذا وصلنا خط تنشيط الشريحة 2716 وهو الخط \overline{CS} على خط التحكم \overline{MEMR} وخط تنشيط خرج الشريحة \overline{OE} بالأرضى مباشرة . فى هذه الحالة فإن الشريحة ستعمل وتخرج خرجها مع أى أمر قراءة من الذاكرة ولا حرج فى ذلك حيث أنها هى شريحة الذاكرة الوحيدة الموصلة مع المعالج . لاحظ أنه طالما أن ال EPROM ستعمل مع أى عنوان يخرج المعالج فإنه يجب أن نتوقع أنها ستعمل بمجرد توصيل القدرة للدائرة لأن المعالج 8085 كما رأينا سابقا عند توصيل القدرة إليه أو إعادة وضعه RESET فإنه يبدأ التنفيذ من العنوان 0000H حيث سيشغل ال EPROM .

4. يمكن توصيل كل بت من بتات الخرج الخارجة من الشريحة 8255 على قاعدة ترانزستور ليعمل كفاصل buffer لإدارة هذه الداىودات حتى تعطى كمية إضاءة أحسن . شكل (11-8) يبين ذلك أيضا .

5. يمكن توصيل خرج البوابات على لمبات 220 فولت للحصول على إنارة قوية ودائرة واقعية عن طريق استخدام عوازل ضوئية opto-couplers .
بالنسبة لجزء البرمجة software فإننا سنفكر فيه بالطريقة التالية :

1. يحتوى شكل (9-11) على جدول به جميع الحالات الممكنة لجميع اللمبات وزمن كل حالة والشفرة أو الرقم المطلوب إخراجها على بوابات الإخراج للحصول على هذه الحالة . من شكل (9-11) نلاحظ مثلاً أنه فى الحالة الأولى يكون الأخضر الأول مضيئاً والأحمر فى جميع الاتجاهات الأخرى مضيئاً أيضاً والأصفر فى جميع الاتجاهات مطفأً وسوف يستمر هذا الوضع لمدة 50 ثانية . لاحظ أن المضيء فى الجدول يساوى واحداً والمطفأً يساوى صفراً ، لذلك فإن هذا الوضع الأول سيكافئ الشفرة 4C على بوابة الإخراج الأولى والشفرة 02 على بوابة الإخراج الثانية . بعد ذلك يضيء الأصفر الأول مع الأخضر الأول مع نفس الوضع السابق لجميع اللمبات الأخرى وذلك لمدة 10 ثوانٍ وذلك كزمن تحذير بالوقوف بعد الضوء الأخضر . بعد ذلك ستضيء جميع اللمبات الحمراء فى جميع الاتجاهات لمدة 5 ثوانٍ كزمن أمان خوفاً من السيارات المسرعة التى لا تستطيع التوقف فى خلال الضوء الأصفر . بعد ذلك تكرر هذه الأزمنة لجميع الاتجاهات الأخرى .

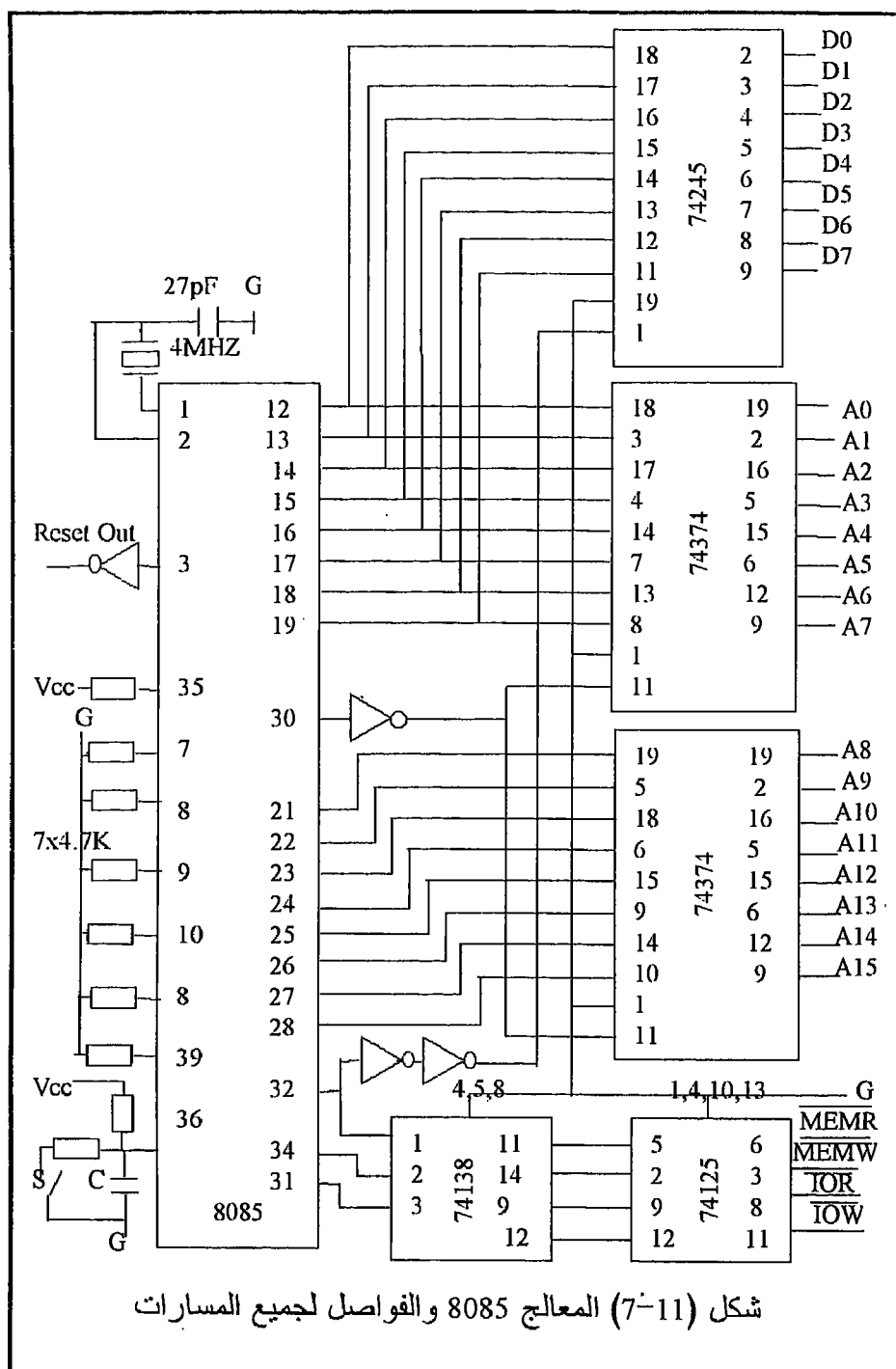
لاحظ أن هذه الأزمنة يمكن التحكم فيها بالزيادة والنقصان على حسب الرغبة ، ثم إن تتابع الضوء الأخضر فى الاتجاهات المختلفة بمعنى أن أى اتجاه سيسمح له بالمرور وأى اتجاه سيسمح له بعده ، هذه أيضاً يمكن التحكم فيها . إن فكرة البرنامج التى نقترحها هنا (بالطبع فإن كل قارئ ستكون لديه فكرة مختلفة وربما أفضل) تعتمد على ما يلى :

1. سنخزن فى مكان ما فى الذاكرة الشفرات المطلوبة إخراجها على بوابات الإخراج لكل حالة وكذلك زمن كل حالة بالتتابع من الجدول المبين فى شكل (9-11) وليكن ذلك كما يلى :

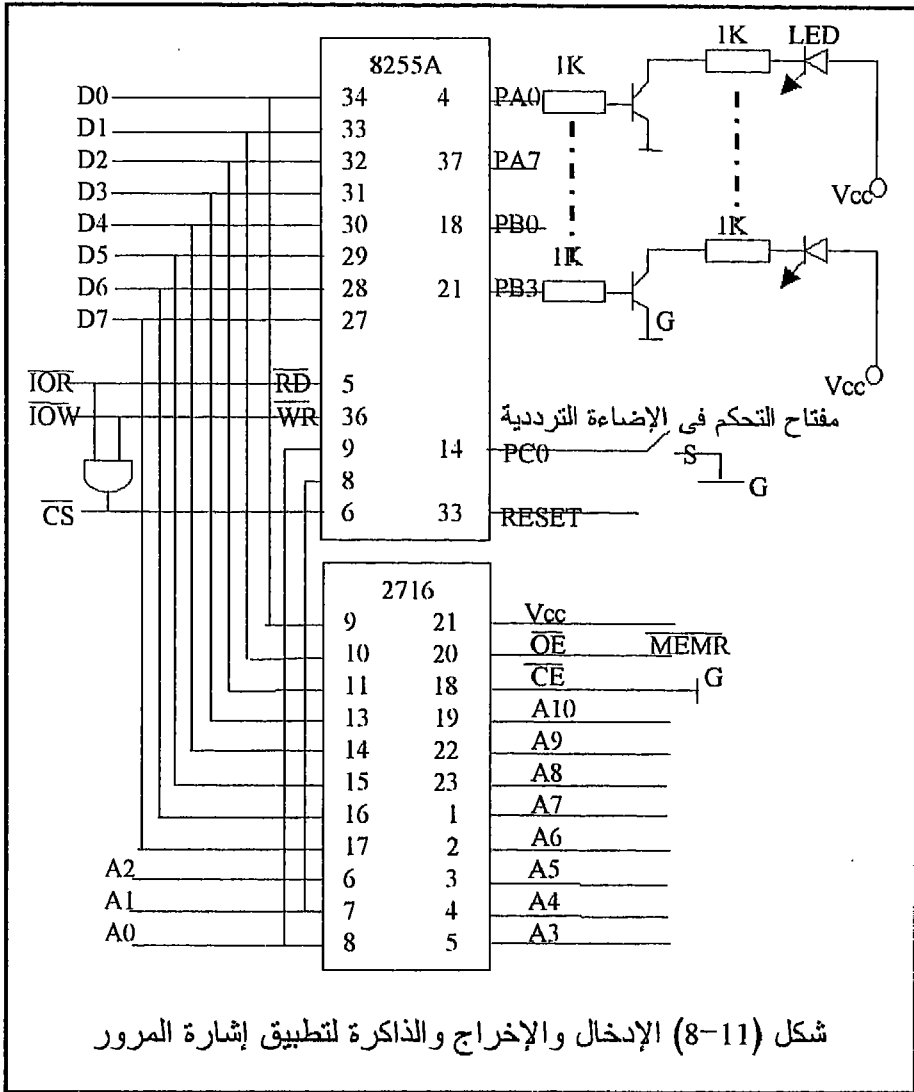
4C	E100	4C	ستخرج على البوابة الأولى
02	E101	02	ستخرج على البوابة الثانية
50	E102	50	زمن تأخير للحالة الأولى
4E	E103	4E	تخرج على البوابة الأولى
02	E104	02	تخرج على البوابة الثانية
10	E105	10	هى زمن تأخير للحالة الثانية

وهكذا سيحتوى هذا الجدول على 12 بايت .

2. سيكون البرنامج عبارة عن قراءة للشفرتين المقابلتين لكل حالة وإخراجهما على بوابتي الإخراج رقم 00 ورقم 01 ثم الدخول فى زمن التأخير المقابل لهذه الحالة .



شكل (11-7) المعالج 8085 والفواصل لجميع المسارات



شكل (8-11) الإدخال والإخراج والذاكرة لتطبيق إشارة المرور

3. قبل الدخول في أى حالة جديدة لابد أن يقرأ المعالج بوابة الإدخال رقم 02 ليعرف إذا كان مفتاح التحكم المقابل للبت رقم صفر يساوى واحد أم صفر ، فإذا كانت هذه البت تساوى واحد فإن البرنامج يسير في سبيله الطبيعي كما في الجدول المبين في شكل (9-11) ، وإذا كانت هذه البت تساوى صفراً سيقفز إلى برنامج آخر ينفذ عملية التردد على اللون الأصفر .

شكل (10-11) يبين خريطة التدفق ، والبرنامج مكتوباً بلغة الأسمبلى للبروسيسور 8085 سيكون كما يلي : (يلاحظ من هذا البرنامج خلوه من البرامج

الفرعية subroutines بالرغم من أفضلية استخدامها هنا في مثل هذه التطبيقات ولكننا تجنبنا ذلك لسببين أولهما أننا مازلنا لم نشرح البرامج الفرعية حتى الآن في هذا الكتاب وثانيهما أن الدائرة التي بنيناها ليس بها ذاكرة RAM تستخدم كمكدسة stack في حالة استخدام البرامج الفرعية كما سنرى .

رقم الحالة	G1Y1R1	G2Y2R2	G3Y3R3	G4Y4R4	البوابة	الزمن بالثانية
1	1 0 0	0 0 1	0 0 1	0 0 1	02 4C	50
2	1 1 0	0 0 1	0 0 1	0 0 1	02 4E	10
3	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	02 49	5
4	0 0 1	1 0 0	0 0 1	0 0 1	02 61	50
5	0 0 1	1 1 0	0 0 1	0 0 1	02 71	10
6	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	02 49	5
7	0 0 1	0 0 1	1 0 0	0 0 1	03 09	50
8	0 0 1	0 0 1	1 1 0	0 0 1	03 89	10
9	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	02 49	5
10	0 0 1	0 0 1	0 0 1	1 0 0	08 49	50
11	0 0 1	0 0 1	0 0 1	1 1 0	0C 49	10
12	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	02 49	5
1	من هنا يبدأ تكرار هذه الحالات					02 49

شكل (11-9) جدول الحالات المختلفة لإشارة المرور

البوابة A أخرج و B أخرج و C إدخال والجميع في الحالة صفر

MVI A,89H ; إرسال إلى مسجل التحكم في 8255A

OUT 03H ; مسجل C عداد يحتوى 12 بايت

START: MVI C,0CH ; HL مؤشر للذاكرة ابتداء من E100

LXI H,E100 ; قراءة البوابة C

READ: IN 02H ; حجب لجميع البتات ما عدا الأولى

ANI 01H ; قفز عندما PC0=0 لتردد اللون الأصفر

JZ FLASH ; إحضار الشفرة الأولى من الذاكرة

MOV A,M ; إخراج هذه الشفرة على البوابة A

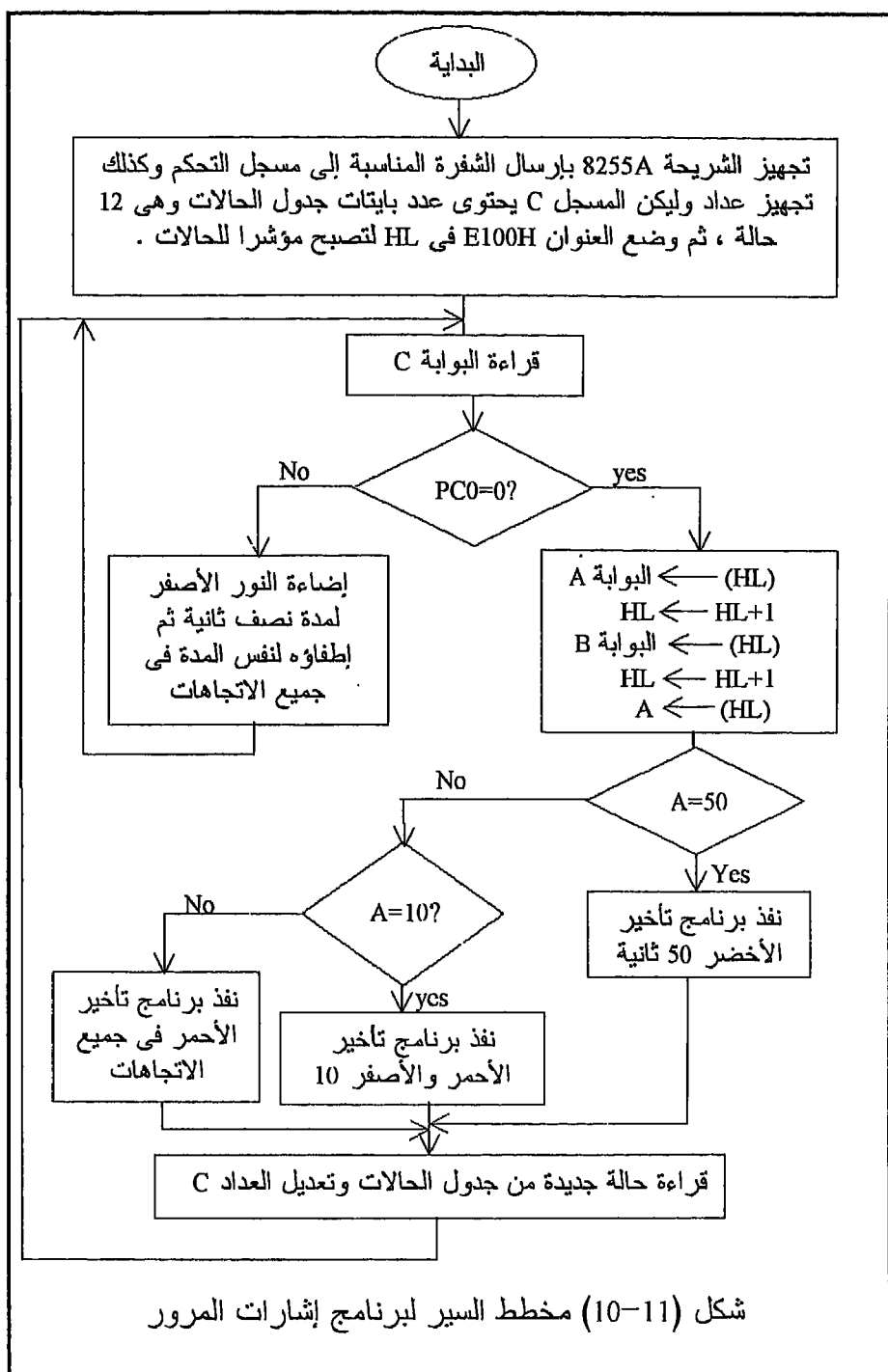
OUT 00 ;

INX H ;

MOV A,M ; إحضار الشفرة الثانية من الذاكرة

OUT 01 ; إخراج هذه الشفرة على البوابة B

INX H ;



MOV A,M ;	إحضار زمن تأخير
CPI 50H ;	هل هذا الزمن = 50
JNZ TEN ;	قفز إذا لم يكن الزمن = 50
MVI B,6CH ;	بداية برنامج تأخير 50 ثانية
LOOP1: MVI D,FFH ;	
LOOP2: MVI A,FF ;	
LOOP3: DCR A ;	
JNZ LOOP3 ;	
DCR D ;	
JNZ LOOP2 ;	
DCR B ;	
JNZ LOOP1 ;	
JMP CONTIN ;	
TEN: CPI 10H ;	هنا التأخير لا يساوي 50 فهل = 10
JNZ FIVE ;	قفز إذا لم يكن التأخير = 10
MVI B,16H ;	بداية برنامج تأخير 10 ثوان
LOOP4: MVI D,FFH ;	
LOOP5: MVI A,FFH ;	
LOOP6: DCR A ;	
JNZ LOOP6 ;	
DCR D ;	
JNZ LOOP5 ;	
DCR B ;	
JNZ LOOP4 ;	
JMP CONTIN ;	
FIVE: MVI B,0BH ;	هنا التأخير لا يساوي 10 ولكن يساوي 5 ثوان
LOOP7: MVI D,FFH ;	بداية برنامج تأخير 5 ثوان
LOOP8: MVI A,FFH ;	
LOOP9: DCR A ;	
JNZ LOOP9 ;	
DCR D ;	
JNZ LOOP8 ;	
DCR B ;	
JNZ LOOP7 ;	
CONTIN: DCR C ;	
JZ START ;	
INX H ;	
JMP READ ;	
FLASH: MVI A,92H ;	بداية برنامج تردد الضوء الأصفر

OUT 00H ;	الرقمان 92H و 04H يضيئان الأصفر
MVI A,04H ;	في جميع الاتجاهات
OUT 02H ;	
MVI B,D8H ;	بداية تأخير نصف ثانية
LOOPA: MVI D,FFH ;	
LOOPB: DCR D ;	
NOP ;	
JNZ LOOPB ;	
DCR B ;	
JNZ LOOPA ;	
MVI A,00H ;	إطفاء النور الأصفر في جميع الاتجاهات
OUT 00H ;	
OUT 01H ;	
MVI B,D8H ;	بداية تأخير نصف ثانية
LOOPC: MVI D,FFH ;	
LOOPD: DCR D ;	
NOP ;	
JNZ LOOPD ;	
DCR B ;	
JNZ LOOPC ;	
JMP READ ;	قفز لقراءة بوابة الإدخال PC

- سنرى في فصل البرامج الفرعية كيفية الحصول على أزمنة التأخير باستخدام البرامج الفرعية مما سيؤدي إلى اختصار خطوات مثل هذا البرنامج بدرجة كبيرة ، ويمكن إعادة كتابة البرنامج بهذا الوضع كتمرين على البرامج الفرعية .

11-6 تمارين

1. أعد تصميم كارت الميكروكمبيوتر ، وكذلك البرنامج ، الخاصين بالتحكم في إشارة المرور ولكن مستخدماً هذه المرة المعالج Z80 بدلاً من المعالج 8085 كما كان في هذا الفصل .

الفصل الثاني عشر

البرامج الفرعية

Subroutines

1-12 مقدمة

نستطيع القول بأنه عامة عندما تواجهك كمبرمج مشكلة كبيرة ومطلوب منك برمجتها فإن أسهل الطرق لذلك هي أن تقوم بتجزئها أو تكسير هذه المشكلة الكبيرة إلى مشاكل أو مسائل أصغر ثم تقوم ببرمجة هذه المسائل الصغيرة كل على حدة ثم يكون هناك برنامج أساسى يقوم بتجميع أو تنفيذ هذه الأجزاء الصغيرة بالتتابع الذى يحل المسألة أو المشكلة الأساسية . أحد طرق التجزئ هذه هي البرامج الفرعية subroutines . إن استخدام البرامج الفرعية من مميزات تسهيل عملية البرمجة واختصار كمية الذاكرة المستخدمة لكتابة شفرات البرنامج كما سنرى فى هذا الفصل .

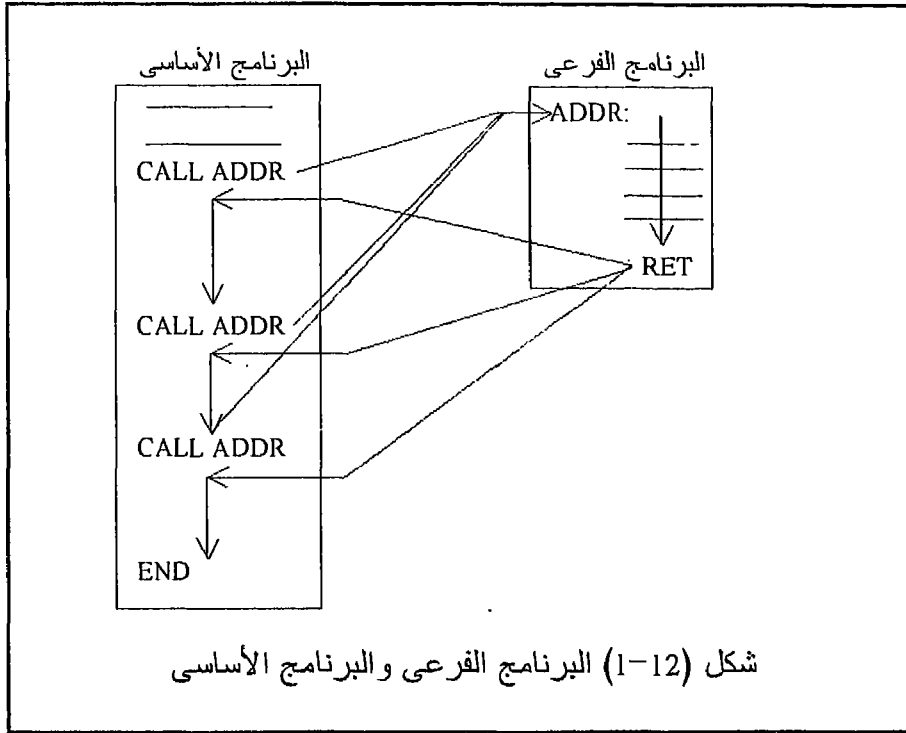
2-12 ما هو البرنامج الفرعى ؟

شكل (1-12) يبين رسماً توضيحياً لعلاقة البرنامج الفرعى بالبرنامج الأساسى. نلاحظ من هذا الشكل أن البرنامج الفرعى عبارة عن جزء من برنامج ، أو برنامج صغير ، يتم النداء عليه للتنفيذ من البرنامج الأساسى فينفذ ، وبعد الانتهاء من تنفيذه تتم العودة إلى البرنامج الأساسى وعند نفس المكان الذى تم الخروج منه للبرنامج الفرعى . أى أن طريقة تنفيذ البرنامج الفرعى تشابه وإلى حد كبير طريقة تنفيذ أوامر القفز ، الاختلاف فقط هو فى عملية العودة إلى نفس المكان الذى تم القفز منه فى البرنامج الأساسى بعد الانتهاء من تنفيذ البرنامج الفرعى ، ويرجع ذلك إلى بعض الخطوات أو الاحتياطات التى يعملها المعالج قبل القفز إلى البرنامج الفرعى .

من شكل (1-12) نستطيع أن ننتبين الفائدة العظيمة من استخدام البرامج الفرعية وهى توفير الذاكرة المستخدمة لكتابة البرنامج . فى الكثير من التطبيقات يكون هناك جزء من البرنامج تكون مضطراً لكتابته أكثر من مرة وكمثال على ذلك جزء البرنامج الذى يعمل زمن التأخير فى برنامج إشارات المرور فى الفصل السابق . إن مثل هذا الجزء باستخدام البرامج الفرعية يمكن كتابته مرة واحدة فقط وفى كل مرة تكون هناك الحاجة إلى تنفيذه يتم النداء عليه بالأمر CALL فينفذ وبعد الانتهاء من تنفيذه ترجع عملية التنفيذ إلى حيث خرجت من البرنامج الأساسى .

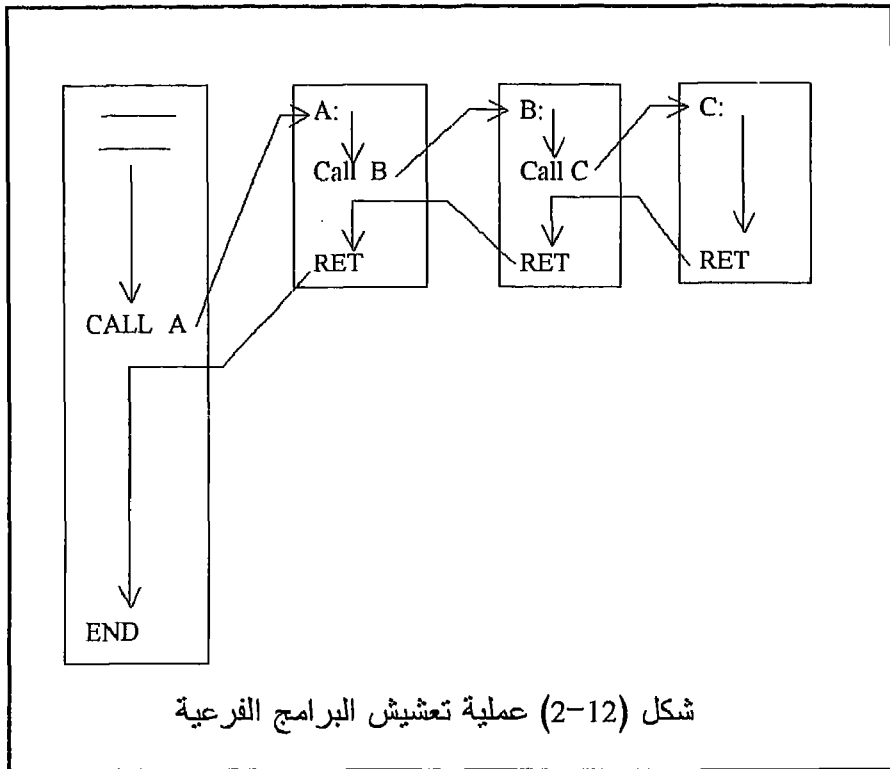
شكل (2-12) يبين خاصية أخرى فى البرامج الفرعية وهى أن أى برنامج فرعى يمكنه النداء على برنامج فرعى آخر ، فمثلاً البرنامج الأساسى ينادى البرنامج الفرعى (أ) والبرنامج الفرعى (أ) ينادى البرنامج الفرعى (ب) والبرنامج الفرعى (ب) ينادى البرنامج الفرعى (ج) وهكذا لأى عدد من

التداخلات . هذه العملية تسمى عملية تعشيش nesting للبرامج الفرعية . بعد الانتهاء من تنفيذ آخر برنامج فرعى فى السلسلة وليكن البرنامج الفرعى (ج) فإن المعالج يرجع إلى البرنامج الفرعى (ب) من حيث تم النداء على البرنامج الفرعى (ج) وتتم تكملة البرنامج الفرعى (ب) حيث يرجع المعالج إلى البرنامج الفرعى (أ) من حيث تم النداء على البرنامج الفرعى (ب) ، بعد الانتهاء من تنفيذ البرنامج الفرعى (أ) تتم العودة إلى البرنامج الأساسى من حيث تم النداء على البرنامج الفرعى (أ) .



يجب أن نحذر خطأ أو فحاً يمكن أن تقع فيه وهو أن ينادى واحد من البرامج الفرعية اللاحقة أحد البرامج الفرعية السابقة كأن ينادى مثلاً البرنامج (ج) البرنامج (ب) أو (أ) . فى هذه الحالة سيدور المعالج فى حلقة لانتهائية لا مخرج منها ولن يرجع المعالج أبداً إلى البرنامج الأساسى الذى خرج منه حيث سيطر البرنامج (ج) ينادى على (ب) والبرنامج (ب) ينادى على (ج) إلى ما لا نهاية . هناك الكثير من أوامر النداء على والعودة من البرامج الفرعية . فمنها ما هو غير مشروط مثل الأمر CALL addr للشريحتين 8085 و Z80 بحيث ينتقل التنفيذ إلى العنوان addr دون أى شرط مثله فى ذلك مثل الأمر JMP . وفى

المقابل هناك أمر العودة RET للمعالج 8085 و Z80 الذى يكون آخر أمر فى البرنامج الفرعى والذى عند تنفيذه تتم العودة دون أى شرط إلى المكان الذى تم النداء منه . هناك أيضا النداء المشروط على البرامج الفرعية والعودة المشروطة من البرامج الفرعية مثل الأمر CZ addr للمعالج 8085 والذى يعنى نداء على برنامج فرعى مشروط بعلم الصفر يساوى واحدا . كما أن هناك أيضا العودة المشروطة بعلم الصفر يساوى واحدا وهو الأمر RZ للمعالج 8085 . راجع الفصل الخاص ببرمجة المعالج الذى تستخدمه للتعرف على جميع أوامر النداء والعودة من البرامج الفرعية .

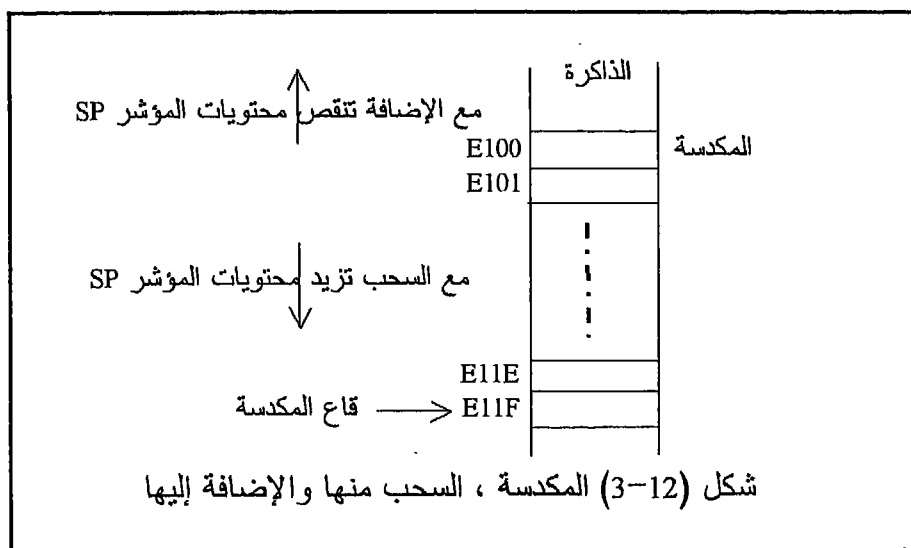


3-12 كيف يعود المعالج إلى نفس المكان الذى خرج منه ؟

إن السر يكمن فى المكدسة stack ومؤشر المكدسة stack pointer . المكدسة هى جزء مقتطع من الذاكر RAM الملحقة على المعالج لخدمة أغراض النداء والعودة من البرامج الفرعية وأيضا لخدمة أغراض المقاطعة وأغراض أخرى كما سنرى

فى فصل آخر . إن أقرب تشبيه للمكدسة هو الجوال (الشوال) الذى نضيف إليه من فوهته وعندما نأخذ منه فإننا نأخذ من فوهته أيضا ، أى أن آخر ما وضعنا فى الشوال (المكدسة) يكون أول ما نأخذ منها أو Last In First Out وتختصر LIFO . تشبيه آخر للمكدسة هو رص الأطباق ، فأنت حينما تـرص الأطباق رأسيا تضيف إلى قمة المكدسة وعندما تريد أخذ طبق فإنك تأخذ آخر طبق وضعته على القمة .

وأما مؤشر المكدسة stack pointer, SP فإنه مسجل مكون من 16 بت محتوياته هى عنوان قمة أو آخر مكان تم التخزين فيه فى المكدسة . عندما تكون المكدسة فارغة فإن مؤشر المكدسة يشير إلى قاعها وتكون محتويات ال SP هى عنوان آخر مكان فى المكدسة . عند الإضافة إلى المكدسة فإن المؤشر ينقص محتوياته وعند السحب من المكدسة فإن المؤشر تزيد محتوياته بحيث أن الزيادة أو النقص تكون دائما بمقدار 2 لكل عملية سحب أو إضافة كما فى شكل (3-12) .



إن الإضافة والسحب من المكدسة تكون دائما على أزواج المسجلات ولا يمكنك بأى حال أن تضيف أو تسحب مسجلا واحدا فقط أو بايت واحدة فقط من أو إلى المكدسة . لذلك فإن مؤشر المكدسة حينما يزيد أو ينقص فإنه يزيد أو ينقص بمقدار اثنين ، أى اثنين بايت ، ولا يمكن أن يزيد أو ينقص بمقدار واحد على الإطلاق . شكل (4-12) يبين الخطوات التى يقوم بها المعالج عند تنفيذ أمر النداء على أى برنامج فرعى وهى كالتالى :

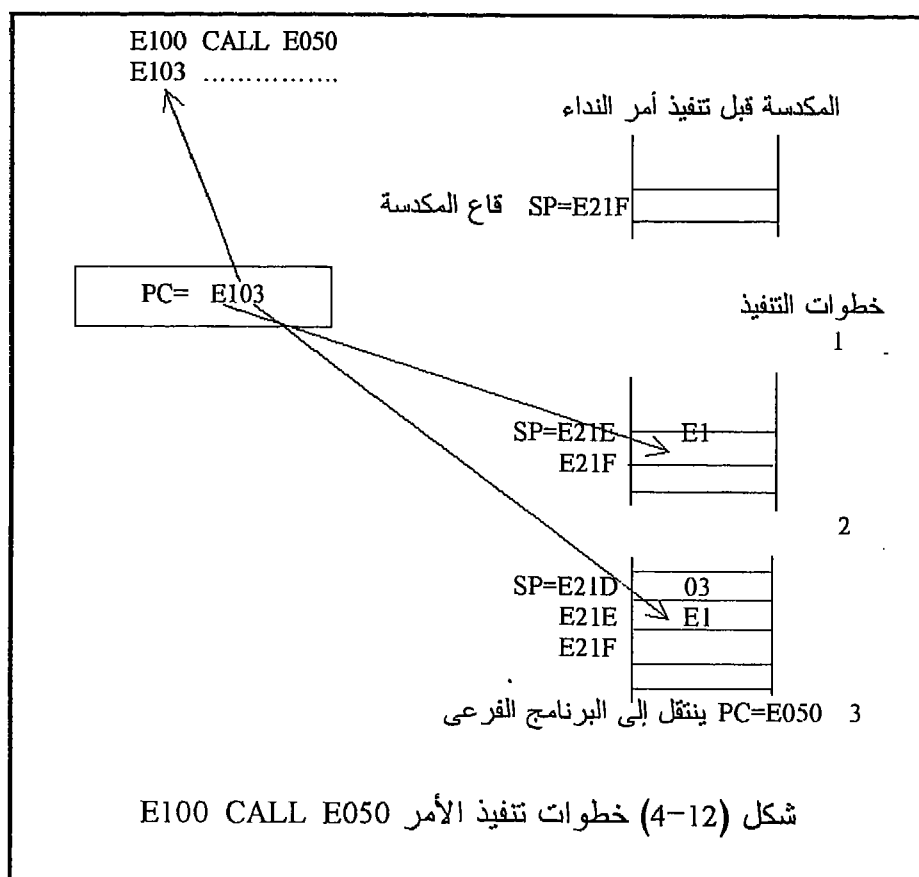
1. مؤشر المكدسة SP ينقص decrement بمقدار واحد ، ويخزن البايـت ذات

القيمة العظمى من عداد البرنامج PC في هذا العنوان .

2. مؤشر المكسدة SP ينقص بمقدار واحد آخر وتخزن الباييت ذات القيمة الصغرى من عداد البرنامج في العنوان الجديد . بذلك يكون قد تم الحفاظ على محتويات عداد البرنامج وهى عنوان الأمر الذى عليه الدور فى التنفيذ بعد الأمر CALL فى المكسدة .

3. يحمل عداد البرنامج بعنوان أول بايت فى البرنامج الفرعى وهو العنوان الموجود فى أمر النداء CALL addr . بذلك ينتقل التنفيذ إلى البرنامج الفرعى .

لاحظ من شكل (4-12) أن قاع المكسدة وهى العنوان E21F تكون فارغة دائماً وذلك لأن عملية إنقاص مؤشر المكسدة تكون دائماً قبل التخزين فيها . فى نهاية تنفيذ البرنامج الفرعى يكون آخر أمر ينفذ هو الأمر RET وعند تنفيذ هذا الأمر تتم العمليات العكسية للعمليات الموضحة فى شكل (4-12) وهى كالتالى :



1. محتويات قمة المكسدة فى العنوان E21D وهى الرقم 03 تدفع إلى الباييت

ذات القيمة الصغرى من عداد البرنامج وتزداد قيمة محتويات مؤشر المكسدة بمقدار واحد فيصبح E21E .

2. محتويات القمة الجديدة للمكسدة فى العنوان E21E وهى الرقم E1 تدفع إلى البايث ذات القيمة العظمى من عداد البرنامج ، وتزداد قيمة محتويات مؤشر المكسدة بمقدار واحد آخر فتصبح E21F وهى قمة المكسدة (أو قاعها) التى كانت موجودة فى بداية تنفيذ الأمر CALL E050 .

3. بذلك تصبح محتويات عداد البرنامج هى عنوان الأمر الموجود عند المكان E103 وهو الأمر الذى عليه الدور فى التنفيذ فى البرنامج الأساسى بعد أمر النداء مباشرة . إن هذه الخطوات قد تختلف اختلافا بسيطا من معالج لآخر ولكن يظل المعنى الأصلى كما هو .

فى حالة البرامج الفرعية المعششة مع بعضها nested مهما كانت درجة تعشيشها فإنه عند كل أمر نداء CALL يتم تخزين عنوان الأمر التالى للأمر CALL مباشرة (أى الأمر الذى عليه الدور فى التنفيذ) وهكذا إلى أن نصل إلى آخر برنامج فرعى فى السلسلة حيث سيكون الأمر RET فى آخره هو أول أمر RET يتم تنفيذه ونتيجة له يحمل عداد البرنامج بأول اثنين بايث من قمة المكسدة فيرجع التنفيذ إلى البرنامج الفرعى قبل الأخير وهكذا مع كل أمر RET يسحب عنوان (2 بايث) من قمة المكسدة ويرجع التنفيذ إلى برنامج فرعى سابق إلى أن يصل التنفيذ إلى حيث انتهى من البرنامج الأساسى .
هناك أمر يمكنك من تخزين أى زوج مسجلات فى المكسدة وهو الأمر :

PUSH rp

الذى يقوم بتنفيذ أول خطوتين فى شكل (12-4) ، مع ملاحظة أن محتويات عداد البرنامج لا تتغير هنا على الإطلاق لأنه ليس هناك أى قفز . كذلك فإن الأمر :

POP rp

يقوم بالعملية العكسية للأمر PUSH ، أى يسحب اثنين بايث من المكسدة ويضعهم فى زوج المسجلات المذكور فى الأمر POP وينقص محتويات مؤشر المكسدة بمقدار اثنين . هذه العملية تكون مهمة جدا عند خدمة المقاطعة كما سنرى فى فصل قادم وهذان الأمران موجودان لجميع المعالجات التى ندرسها ويمكن مراجعتهما فى قوائم الأوامر .

إن محتويات مؤشر المكسدة التى تشير إلى قاعها أى أول مكان فيها يتم تحديدها عن طريق المبرمج فى البرنامج باستخدام الأمر LXI SP,addr حيث يقوم هذا الأمر بتحميل المسجل SP بالعنوان addr الذى يختاره المبرمج ليكون عنوان قلاع المكسدة وذلك فى المعالج 8085 ، أو LD SP,addr فى حالة المعالج Z80 (لاحظ أنه قبل أى تعامل مع المكسدة تكون قمته هى قاعها أى وهى فارغة) .

بذلك نكون قد أنهينا أهم ما يتعلق بالمكدسة ومؤشر المكدسة والبرامج الفرعية وفوائدها وننتقل الآن إلى بعض الأمثلة كتطبيقات على ذلك . لاحظ أن كل ما تم شرحه في هذا الباب يمكن تطبيقه على أى معالج من المعالجات التى درسناها (والتي سندرسها بخلاف طفيف) ، فقط نكون حذرين عند كتابة شكل الأمر بالأسمبلى أو شفرته الستعشرية ، ولكن الأساس أو الهيكل العام لفكرة المكدسة والبرامج الفرعية التى شرحناها هى نفسها دائما .

12-4 حساب أزمنة التأخير

مثال 12-1

لدينا بوابة الإخراج رقم 00 وموصلا عليها ثمانية دايودات أو موحداث ضوئية كل دايود موصل على بت من بتات البوابة . المطلوب إنارة هذه الدايودات بالتتابع بحيث أن الدايود الأول يضىء وبعده بنصف ثانية يضىء الدايود الثانى وبعده بنصف ثانية أخرى يضىء الدايود الثالث وهكذا حتى تصبح كل الدايودات مضيئة ، ثم بعد آخر دايود بنصف ثانية تطفأ جميع الدايودات ثم يبدأ فى الإضاءة من جديد بنفس الطريقة السابقة . اكتب برنامجا يقوم بهذه المهمة مستخدما البرامج الفرعية .

تعتمد فكرة البرنامج على عمل برنامج فرعى للتأخير بزمان مقداره نصف ثانية ثم ننادى على هذا البرنامج من البرنامج الأساسى بعد إنارة كل دايود . قبل أن ندخل فى تفاصيل البرنامج نريد أن نوضح هنا كيفية الحصول على أى زمن تأخير بأى قيمة . تقوم الفكرة أساسا على عمل حلقة ينفذها المعالج عددا من المرات دون التأثير على أى شىء فى البرنامج وبمعلومية عدد مرات تنفيذ هذه الحلقة وعدد الأوامر فيها وزمن تنفيذ كل أمر نستطيع حساب الزمن الكلى لتنفيذ الحلقة . انظر مثلا لهذا البرنامج البسيط :

```
MVI C,FF; 7
LOOP: DCR C; 4
      JNZ LOOP; 10
```

الرقم الذى على يمين كل أمر هو عدد نبضات التزامن clock التى يأخذها الأمر حتى يتم تنفيذه وهذا العدد موضح فى قوائم أوامر كل واحد من المعالجات التى شرحنا طريقة برمجتها فى الفصول السابقة . فإذا كان تردد التزامن clock المستخدم هو 2 ميجاهرتز فإن ذلك يعنى أن زمن كل نبضة هو نصف ميكروثانية . لذلك فإن زمن تنفيذ الأمر الأول مثلا سيكون 3.5 ميكروثانية والأمر الثانى سينفذ فى 2 ميكروثانية والثالث سينفذ فى 5 ميكروثانية وهكذا . فى البرنامج السابق نلاحظ أن زمن تنفيذ الحلقة مرة واحدة سيكون (4 +

$10 \times 0.5 = 7$ ميكروثانية ، وهذه الحلقة ستنفذ عددا من المرات مقداره 256 (FF) مرة لذلك فإن مثل هذه الحلقة ستعطي زمن تأخير مقداره $1792 = 7 \times 256$ ميكروثانية ، وأما البرنامج السابق كله فسيُعطي $1792 + 3.5 = 1795.5$ ميكروثانية . إذا كان هذا الزمن يكفي كتأخير لما تحتاج فقد انتهيت وإلا فعليك البحث عن طريقة تطيل بها هذا الزمن ، ومن ذلك استخدام زوج من المسجلات بدلا من مسجل واحد كما فى البرنامج التالى :

```
LXI D,FFFF; 10
LOOP: DCX D; 6
MOV A,D; 4
ORA E; 4
JNZ LOOP; 10
```

هذا البرنامج يقوم بتحميل الزوج DE بالقيمة (FFFF) 65536 ثم يدخل فى حلقة إنقاص بمقدار واحد إلى أن تصل محتويات زوج المسجلات إلى أصفار وعندها تنتهى الحلقة . لاحظ أن الأمر DCX ليس له تأثير على الأعلام لذلك فقد تم نقل محتويات مسجل من الاثنى إلى المرمك ثم نفذت عملية OR على المسجلين والتي لن تكون نتيجتها صفرا إلا إذا كانت محتويات كل من المسجلين أصفارا . زمن التأخير الذى سيعطيه هذا البرنامج سيكون :

$$786437 = 0.5 \times 10 + 65536 \times 0.5 \times 24 \text{ ميكروثانية .}$$

$$= 0.79 \text{ ثانية تقريبا .}$$

إذا كان هذا الزمن يفى بما تحتاج إليه من زمن تأخير فقد انتهيت ، وإلا فعليك استخدام الحلقات المعشقة كما فى البرنامج التالى :

```
MVI B,FF; 7
LOOP1: MVI C,FF; 7
LOOP2: DCR C; 4
JNZ LOOP2; 10
DCR B; 4
JNZ LOOP1; 10
```

$$\text{زمن تأخير الحلقة الداخلية} = 256 \times 0.5 \times 14 =$$

$$= 1792 \text{ ميكروثانية تقريبا .}$$

$$\text{زمن تأخير الحلقة الخارجية} = 256 \times (1792 + 0.5 \times (10 + 4 + 7)) =$$

$$= 461440 \text{ ميكروثانية تقريبا .}$$

$$\text{زمن التأخير الكلى للبرنامج} = 461440 + 3.5 =$$

$$= 461443.5 \text{ ميكروثانية .}$$

$$= 0.46 \text{ ثانية تقريبا .}$$

لاحظ أنه وإن كان زمن التأخير الناتج من حلقتين معشقتين أقل من زمن التأخير الناتج من زوج من المسجلات إلا أن الحلقات المعشقة يمكن تعشيقيها لأى درجة

فمثلا في داخل الحلقة LOOP2 يمكن عمل حلقة ثالثة LOOP3 وهكذا للحصول على أزمنة تأخير كبيرة . أحيانا يكون المطلوب أزمنة محددة بقدر الإمكان كما في المثال الذي نحن بصدد الآن حيث المطلوب هو زمن تأخير مقداره 0.5 ثانية بالضبط . في هذه الحالة يمكن استخدام الأمر NOP في أماكن معينة في حلقات التأخير للضبط الدقيق للأزمنة المطلوبة . مثلا ماذا سيكون الوضع لو أضفنا الأمر NOP داخل الحلقة الداخلية LOOP2 في البرنامج السابق ؟ وإجابة على ذلك فمن المعروف أن الأمر NOP يأخذ 4 نبضات تزامن لذلك سيصبح زمن التأخير الجديد هو 0.59 ثانية تقريبا ، وهذه القيمة أبعد من القيمة المطلوبة !! في هذه الحالة يمكن وضع الأمر NOP في الحلقة الخارجية ، وإذا لم يف (يفي) بالغرض المطلوب فيمكن تركه في الحلقة الداخلية مع التغيير في القيمة الابتدائية في أي من المسجلين B أو C ، ولقد وجدنا أنه بوضع القيمة الابتدائية D8 في المسجل B بدلا من القيمة FF فإن زمن التأخير في هذه الحالة يساوي 499932 ميكروثانية وهي أقرب شيء إلى نصف الثانية . أي أن التعديل البسيط في القيمة النهائية لزمن التأخير ممكن بعدة طرق .

بعد أن رأينا كيفية الحصول على زمن التأخير المطلوب فإن البرنامج التالي يبين عملية الإضاءة التتابعية ، وهذا البرنامج مكتوبا بلغة الأسمبلى للشريحة 8085 . هذا البرنامج كتب بصورة مبسطة جدا ويستطيع كل قارئ أن يأتي ببرنامج آخر يؤدي نفس الهدف وقد يكون أبسط من ذلك . ولقد تعمدا كتابة البرنامج باستخدام العلامات LABELS حتى نترك للقارئ حرية كتابة البرنامج في أي مكان في الذاكرة يريده . بذلك نكون قد انتهينا من إعطاء القارئ فكرة كافية عن البرامج الفرعية وما يتعلق بها من المكدة ومؤشر المكدة .

```
START: MVI A,01
        OUT 00
        CALL DELAY
        MVI A,03
        OUT 00
        CALL DELAY
        MVI A,07
        OUT 00
        CALL DELAY
        MVI A,0F
        OUT 00
        CALL DELAY
        MVI A,1F
        OUT 00
        CALL DELAY
        MVI A,3F
```

```

OUT 00
CALL DELAY
MVI A,7F
OUT 00
CALL DELAY
MVI A,FF
OUT 00
CALL DELAY
MVI A,00
OUT 00
CALL DELAY
JMP START
DELAY: MVI B,DB
LOOP1: MVI C,FF
LOOP2: DCR C
      NOP
      JNZ LOOP2
      DCR B
      INZ LOOP1
      RET

```

5-12 تمارين

1. شرح دور المكسدة مع البرامج الفرعية ؟
2. ما هو الفرق بين القفز العادى فى أى برنامج والقفز إلى برنامج فرعى ؟
3. اشرح دور الأمر RET (أمر العودة من البرامج الفرعية) فى ضمان عودة المعالج إلى نفس المكان الذى خرج منه فى البرنامج الأساسى ؟
4. لماذا يكون من الضرورى عادة استخدام الأمر PUSH فى أول البرنامج الفرعى والأمر POP فى آخره ؟
5. يحتوى هذا الفصل على بعض البرامج الفرعية للحصول على أزمنة التأخير ، فهل يتغير مقدار هذه الأزمنة بتغير التزامن clock المستخدمة ؟
6. اكتب برنامجا فرعيا للحصول على زمن تأخير مقداره 100ملي ثانية مع العلم أن التزامن يساوى 2 ميغاهرتز ؟
7. اكتب برنامجا فرعيا آخر يستخدم البرنامج الفرعى السابق للحصول على زمن تأخير مقداره ثانية واحدة ؟
8. اكتب برنامجا فرعيا آخر يستخدم البرنامجين السابقين للحصول على زمن تأخير مقداره دقيقة واحدة ؟

9. استخدم البرامج الفرعية السابقة في عمل ساعة رقمية تظهر الثواني والدقائق والساعات على مظهرات السبع قطع 7 segment ؟

10. اكتب برنامج التحكم في إشارات المرور في الفصل السابق مستخدماً البرامج الفرعية ولاحظ الفرق ؟

11. اكتب برنامج يحسب قيمة X التالية :

$$X = 5! + 8! + 9!$$

حيث ! تمثل مضروب الرقم .

12. اكتب برنامج يحسب قيمة X التالية :

$$X = 5^5 + 8^4 + 9^3$$

الفصل الثالث عشر

المقاطعة

Interrupt

1-13 مقدمة

لقد رأينا فى الفصول السابقة كيفية مواجهة المعالج مع الأجهزة المحيطة سواء كانت ذاكرة أو بوابات إدخال وإخراج . فى العادة يقوم المبرمج بكتابة برنامج على أساسه يقوم المعالج بخدمة هذه الأجهزة المحيطة . هناك طريقتان يمكن للمعالج أن يخدم بهما هذه الأجهزة المحيطة وهما :

1. الطريقة الأولى سنسميها "خدمة طرق الأبواب" التى عرفت فى المراجع الإنجليزية بكلمة polling والتى لها نفس المعنى كما سنرى ولكن الترجمة ليست حرفية .

2. الطريقة الثانية هى طريقة المقاطعة interrupt وهى الطريقة التى سنشرحها بالتفصيل فى هذا الفصل ، ولكن لا مانع من القاء نظرة سريعة على الطريقة الأولى حتى يختار القارئ أى الطريقتين يحب أن يستخدم .

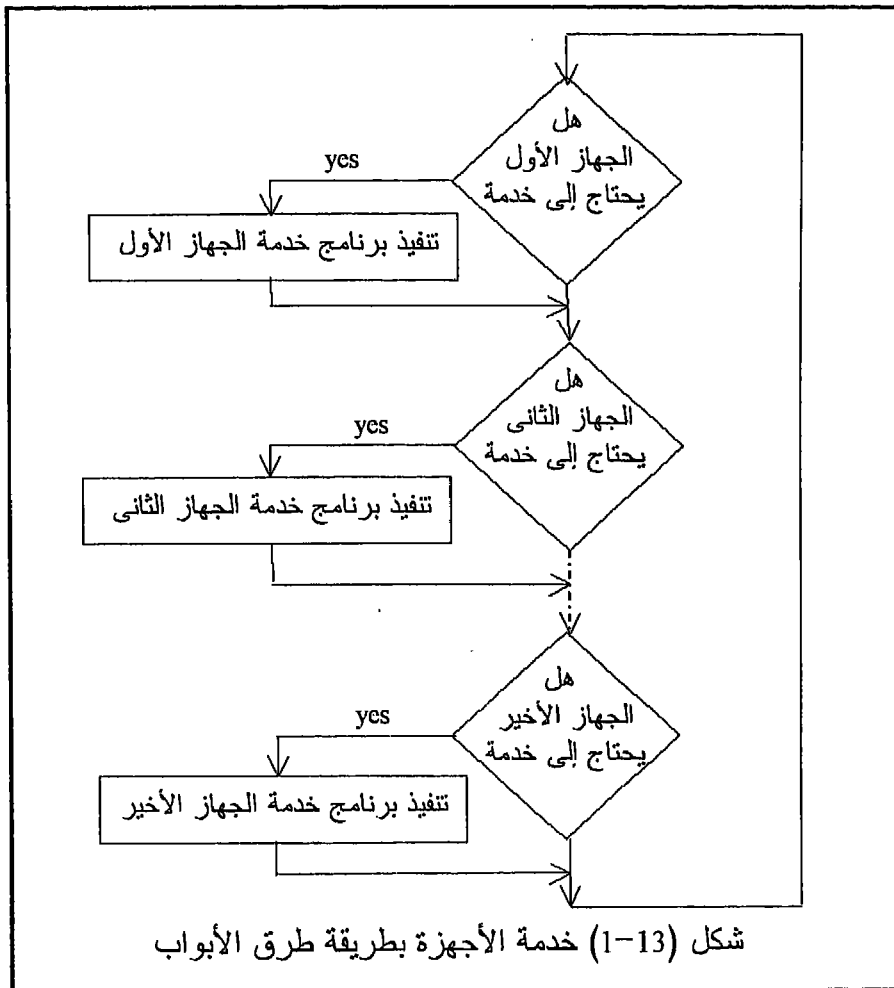
2-13 طريقة طرق الأبواب لخدمة الأجهزة المحيطة

Polling service

تعتمد هذه الطريقة على أن المعالج يقوم بطرق أبواب جميع الأجهزة المحيطة بالتتابع ويسأل كل منها هل تريد خدمة أقوم بأدائها ؟ فإذا كانت إجابة الجهاز بنعم فإن المعالج يقوم بتنفيذ هذه الخدمة له وفى الحال دون أى إنتظار ، أما إذا كانت إجابة الجهاز بالنفى فإن المعالج ينتقل إلى الجهاز التالى له ويسأله نفس السؤال ، وهكذا إلى أن يصل المعالج إلى آخر جهاز فإما أن يخدمه أو لا على حسب إجابته . بعد آخر جهاز يرجع المعالج إلى أول جهاز ويبعد الكرة من جديد إلى مالانهاية . أى أن الوظيفة الوحيدة للمعالج فى هذه الحالة هى الدوران إلى مالانهاية على الأجهزة المحيطة وتقديم الخدمة لمن يجيبه . شكل (1-13) يبين مخطط سير لوظيفة المعالج فى هذه الحالة . لقد استخدمنا هذه الطريقة إلى حد ما فى مثال إشارات المرور الذى سبق شرحه فى الفصل الثانى عشر حيث كان المعالج دائما يسأل بوابة الإدخال ، أى يقرأها ، فإذا كانت واحدا يقوم بتنفيذ برنامج معين ، وإذا كانت صفرا يقوم بتنفيذ برنامج آخر وبعد الانتهاء من أى من البرنامجين يرجع ويقرأ بوابة الإدخال مرة ثانية وهكذا إلى مالانهاية .

إن من مميزات طريقة طرق الأبواب لخدمة الأجهزة المحيطة أنها سهلة البرمجة ولا تحتاج إلى الكثير من التجهيزات hardwar . وإن من عيوبها أن المعالج يكون مخصصا لوظيفة خدمة هذه الأجهزة ولا يستطيع الفكاك منها وأنت كمبرمج لا تستطيع عادة الاستفادة منه فى أى أغراض أخرى ، وبالأذا إذا كان عدد

الأجهزة التي يقوم المعالج بالمرور عليها قليلا فإن ذلك يعتبر إهدارا لفعالية المعالج . أما إذا كان عدد الأجهزة التي يقوم المعالج بخدمتها بهذه الطريقة كبيرا فإن المعالج قد يتأخر على بعض الأجهزة التي تحتاج لخدمته على فترات متقاربة لأن عليها الإنتظار لحين أن يجيء دورها ، كما أنها ليس من حقها أن تقاطع المعالج وتطلب الخدمة الفورية في حالات الضرورة ، وكما نعلم فإن هناك الكثير من المواقف التي تستلزم الخدمة من المعالج فورا كضرب جرس إنذار مثلا عند حدوث أى طارئ فى أى نظام تحكم مثل إنقطاع الكهرباء أو حريق أو إرتفاع زائد فى ضغط غاز وغيرها الكثير . لذلك فإن المعالج يقدم للمبرمج نوعا آخر من الخدمة وهى المقاطعة التي سنتكلم عنها بالتفصيل فى الجزء القادم .



3-13 المقاطعة Interrupt

فى نظام خدمة الأجهزة الخارجية عن طريق المقاطعة لا يذهب المعالج إلى الأجهزة ويطرق بابها ليعرض عليها خدماته فإن أرادت أعطى وإن أبت يذهب إلى جهاز آخر ، لا ، بل إن المعالج هنا يكون عادة مشغولا فى تنفيذ برنامج معين وعادة ما يكون هذا البرنامج لا نهائى فإذا احتاج أحد الأجهزة لخدمة من المعالج فإنه يقاطعه ويطلب منه الخدمة فيقوم المعالج بتنفيذ هذه الخدمة للجهاز المقاطع وبعد الانتهاء من هذه الخدمة يعود المعالج لتنفيذ البرنامج الأساسى من حيث انتهى قبل المقاطعة . إن ذلك تماما مثلما أنك تكون واقفا مع أحد زملائك تتحدثان ، ثم يجىء آخر ويقاطعكما ليسأل عن موعد محاضرة المعالجات ، فى هذه الحالة يقطع المتكلم محادثته ليجيب السائل عن طلبه ثم بعد الإجابة يستأنف حديثه الأول . إن البرنامج الذى يقوم المعالج بتنفيذه عند المقاطعة يسمى برنامج خدمة المقاطعة .

من مميزات هذه الطريقة أن الأجهزة المقاطعة تستطيع مقاطعة المعالج فى أى وقت تريد وليس عليها الإنتظار إلى دورها مثل الطريقة السابقة ، وإذا تصادف وتمت المقاطعة فى نفس الوقت من أكثر من جهاز فإن المعالج يخدمها حسب أولويات تحدد له من قبل المستخدم مسبقا ، فكيف يتم ذلك ؟ فى أثناء انشغال المعالج فى تنفيذ برنامج خدمة مقاطعة معينة ، هل يستطيع جهاز آخر أن يقاطعه؟ كيف نكتب برنامج خدمة المقاطعة ؟ وكيف يرجع المعالج إلى نفس مكانه فى البرنامج الأساسى بعد إنتهاء خدمة المقاطعة ؟ كل هذه الأسئلة وأكثر سنجيب عليها من خلال دراستنا للأجزاء القادمة وبعد دراستنا لتفاصيل مقاطعة كل معالج من المعالجات التى درسناها .

إن المقاطعة تكون عادة عن طريق إشارة يرسلها الجهاز المقاطع إلى المعالج على أحد أطرافه المخصصة لذلك وعندما يكتشف المعالج هذه الإشارة فإنه يقوم بتنفيذ برنامج خدمة المقاطعة وذلك يرجع لأن المعالج يقوم بقراءة جميع أطراف المقاطعة وإختبارها قبل الدخول فى تنفيذ أى أمر . وإليك بعض الأمثلة التى تستخدم فيها المقاطعة :

- الأجهزة الخارجية مثل الطابعة ولوحة المفاتيح يمكنها أن تقاطع المعالج وترسل أو تستقبل أى معلومات .
- يمكن فى أى وقت مقاطعة أى برنامج يتم تنفيذه إذا كان هذا البرنامج ينفذ بطريقة خطأ .
- يمكن للعمليات الصناعية التى يتم مراقبتها باستخدام المعالج أن تقاطع فى أى لحظة طوارئء تحدث للعمليات الصناعية .

عند إعطاء إشارة المقاطعة لأى معالج من المعالجات التى نقوم بدراستها يحدث الآتى مع بعض الاختلافات البسيطة من معالج لآخر سنشير إليها فى موضعها .

1. الأمر الحالى يتم إكمال تنفيذه من قبل المعالج .

2. عنوان الأمر الذى عليه الدور فى التنفيذ (محتويات عداد البرنامج) تخزن فى المكعدة Stack حتى يمكن العودة إليه عند الانتهاء من خدمة المقاطعة . كما يتم تخزين محتويات أى مسجل يخشى من تغيير محتوياته فى أثناء خدمة المقاطعة ويتم ذلك عن طريق المبرمج .

3. كل إشارة مقاطعة لها عنوان خاص مصاحب لها كما سنرى ، يتم وضع هذا العنوان فى عداد البرنامج (عن طريق المعالج) حيث يقفز المعالج إلى هذا العنوان ويبدأ فى تنفيذ البرنامج الذى يكون هذا هو عنوان أول أمر فيه ويسمى هذا البرنامج ببرنامج خدمة المقاطعة وتتم كتابته عن طريق المستخدم .

4. بعد الانتهاء من برنامج خدمة المقاطعة يعود المعالج إلى البرنامج الأصلى ليستأنف تنفيذه من نفس مكان المقاطعة بالاستعانة بالعنوان الذى تم تخزينه فى المكعدة كما فى الخطوة رقم 2.

إن الجهاز المقاطع فى الكثير من الأحيان وبعد إعطاء إشارة المقاطعة وقبل المعالج لها والبدء فى برنامج الخدمة فإن الباب يظل مفتوحاً للأجهزة الأخرى للمقاطعة مما قد ينشأ عنه موقف يجب الحرص منه . لو أن المعالج بدأ فى خدمة المقاطعة وما زال طرف المقاطعة الموصل على الجهاز المقاطع فعالاً فإن المعالج سيبدأ فى خدمة نفس المقاطعة من جديد على الرغم من أنه لم ينته من الخدمة السابقة ، وبمجرد أن يبدأ فى خدمة المقاطعة من جديد للمرة الثانية وما زال خط المقاطعة فعالاً من قبل الجهاز المقاطع فإن المعالج سيبدأ فى الخدمة من جديد أيضاً ، وهكذا فإن المعالج سيدخل فى حلقة لا نهائية لن يخرج منها دون أن ينفذ برنامج خدمة المقاطعة . لتجنب هذا الموقف يجب على المبرمج أن يضع أمراً معيناً فى بداية برنامج خدمة المقاطعة يمنع المعالج من خدمة أى مقاطعة إلى أن ينتهى من الخدمة الحالية التى دخل فيها . إن هذه العملية لها تفاصيل ستختلف من معالج إلى آخر لذلك سنرجى الكلام عنها الآن .

13-4 مقاطعة المعالج 8085

شكل (13-2) يبين جدولاً لجميع أطراف المقاطعة الخاصة بالشريحة 8085 وعنوان المكان الذى يتم القفز إليه عند إعطاء إشارة المقاطعة على هذا الطرف وكذلك الأولوية الخاصة بكل طرف من أطراف المقاطعة وكيفية إعطاء هذه الإشارة على كل طرف . كما نلاحظ من هذا الشكل فإن الطرف TRAP له أعلى أولوية ثم يليه الطرف RST7.5 فالطرف RST6.5 ثم الطرف RST5.5 ثم يكون

الطرف INTR له أقل أولوية . إن كلمة أولوية هنا تعنى أنه إذا جاءت إشارتان على خطين مختلفين من خطوط المقاطعة فى نفس الوقت تماما فإن الإشارة التى على الخط ذى الأولوية الأعلى هى التى تؤخذ فى الاعتبار أما الإشارة الأخرى فتهمل .

كيفية إعطاء الإشارة على الطرف	العنوان الذى يتم القفز إليه	الأولوية	طرف المقاطعة
الحافة صفر إلى واحد ويبقى واحد الى أن تقبل المقاطعة	0024H	1	TRAP
الحافة صفر إلى واحد حيث يتم مسك هذا الواحد فى المعالج	003CH	2	RST7.5
يبقى واحد إلى أن تقبل المقاطعة	0034H	3	RST6.5
يبقى واحد إلى أن تقبل المقاطعة	002CH	4	RST5.5
يبقى واحد إلى أن تقبل المقاطعة	له تفاصيل	5	INTR

شكل (13-2) أطراف المقاطعة للشريحة 8085 وأولوياتها وعناوين القفز الخاصة بكل منها وكيفية إعطاء كل إشارة على هذه الأطراف

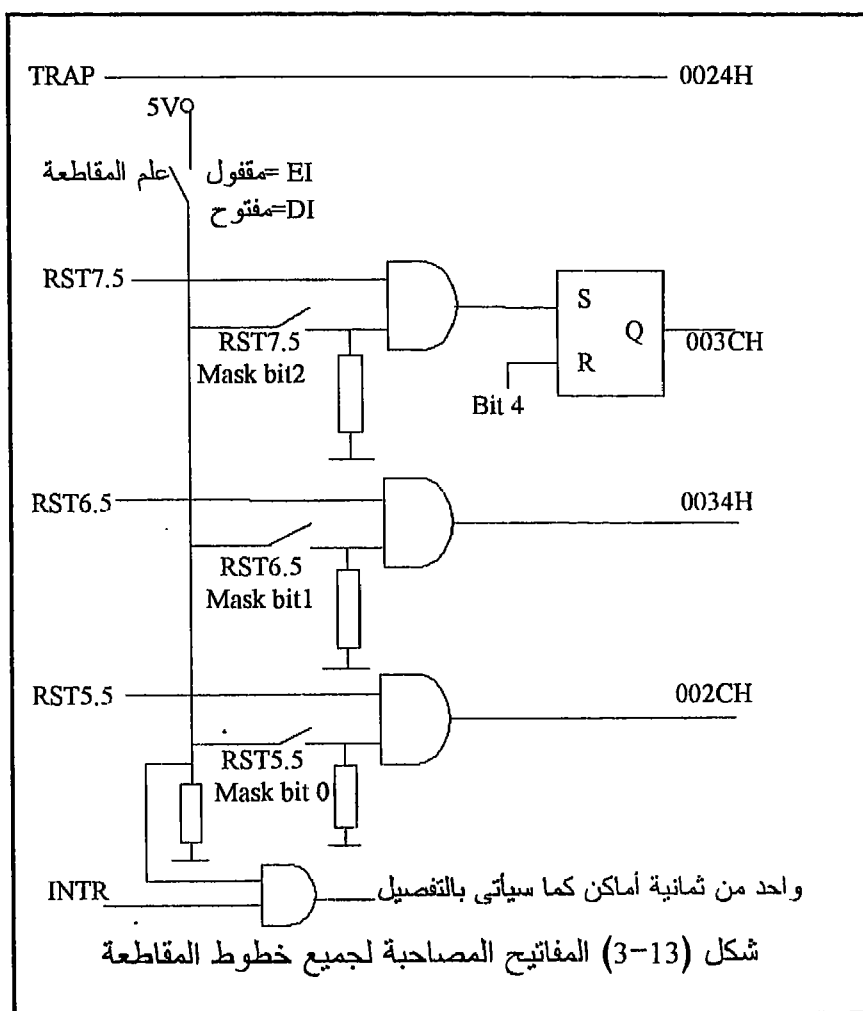
13-4-1 الخطوط RST5.5, RST6.5, RST7.5

بالنسبة للمعالج 8085 هناك بعض الأوامر المتعلقة بالمقاطعة والتي يجب معرفتها أولا ومن هذه الأوامر ما يلي :

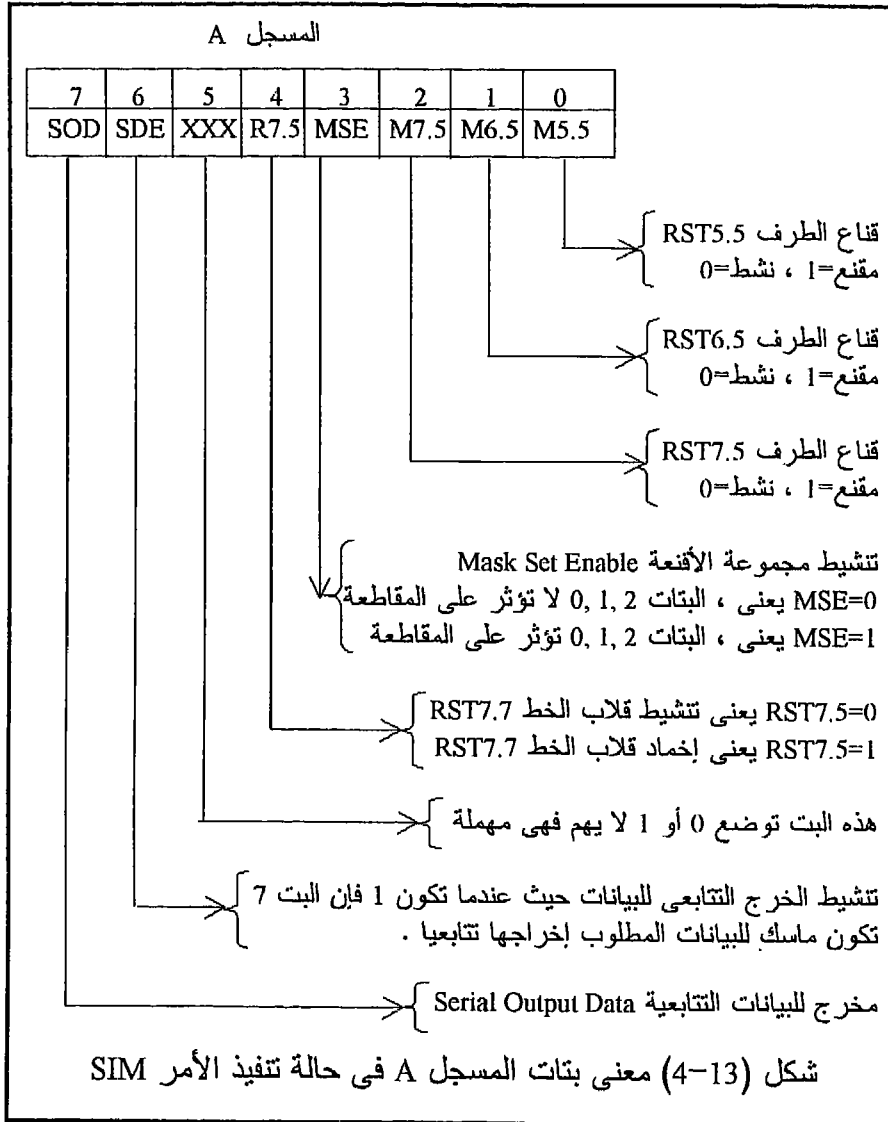
- الأمر EI ومعناه تنشيط المقاطعة Enable Interrupt . هناك فى داخل شريحة المعالج قلابا flip flop يسمى قلاب تنشيط المقاطعة ، Interrupt Enable flip flop ، أى أن أى إشارة مقاطعة على جميع الخطوط (RST5.5, RST6.5, RST7.5) ما عدا الخط TRAP لن تنفذ إلا إذا كان خرج هذا القلاب يساوى واحدا. لذلك فإن هذا القلاب يعتبر بمثابة مفتاح مركب على التوالى مع هذه الخطوط مجتمعه يتم فتحه (ON) بالأمر EI . شكل (13-3) يبين وضع هذا المفتاح بالنسبة لهذه الخطوط .

- الأمر DI ومعناه إخماد أو امنع أو لا تقبل المقاطعة Interrupt Dissable وكما نرى فإن تأثيره على قلاب تنشيط المقاطعة يكون تماما عكس تأثير الأمر EI . يستخدم الأمر DI فى حجب أو إخماد المقاطعة فى بعض أجزاء من البرنامج ومن أهمها برامج خدمة المقاطعة نفسها . لذلك فإنه يجب على المبرمج أن يضع الأمر DI فى بداية أى برنامج لخدمة المقاطعة لحماية هذه المقاطعة من نفسها ومن الدخول فى الحلقة اللانهائية التى ذكرناها منذ قليل . فى نهاية برنامج خدمة المقاطعة يضع المبرمج الأمر EI لتنشيط المقاطعة من جديد .

- مثلما أن هناك مفتاحا عموميا (علم المقاطعة) لجميع أطراف المقاطعة ما عدا الخط TRAP يمكن تنشيطها به أو حجبتها به عن طريق الأمرين EI و DI فإن هناك لكل واحد من الخطوط RST7.5 و RST6.5 و RST5.5 مفتاحا خاصا به يمكن به تنشيط هذا الخط أو حجبه ، كما أن الخط RST7.5 له مفتاح أو قلاب آخر إضافي خاص به هو فقط يمكن منه حجب المقاطعة عليه حتى لو مرت من خلال المفتاح الأول وهذه ميزة للخط RST7.5 عن باقي الخطوط الأخرى . انظر لهذه القلابات أو المفاتيح في شكل (3-13) . هذه المفاتيح يمكن تنشيطها أو حجبتها عن طريق الأمر SIM والذي يعنى "ضع أقنعة المقاطعة" Set Interrupt Masks .



إن هذا الأمر عند تنفيذه يتم تنشيط أو حجب أو وضع قناع على أى خط من هذه الخطوط على ضوء شفرة توضع فى مسجل التراكم قبل هذا الأمر مباشرة . شكل (4-13) يبين علاقة بتات مسجل التراكم مع هذه المفاتيح . نلاحظ من هذا الشكل مثلا أن قناع الخط RST5.5 هو البت رقم 0 فإذا كانت هذه البت تساوى صفرا فإن الخط RST5.5 يكون نشطا أى غير مقنع أو غير محجوب ، أما إذا كانت هذه البت تساوى واحدا فإن ذلك يعنى أن الخط RST5.5 يكون مقنعا أو محجوبا .



نفس الشيء يمكن أن يقال عن الخطوط RST6.5 و RST7.5 وبتاتها المقابلة رقمي واحد وإثنين . البت D4 تمثل المفتاح الإضافي الخاص بالخط RST7.5 فإذا كانت هذه البت تساوي واحد فإن المقاطعة RST7.5 تكون مقنعة أو محجوبة . شكل (13-3) يبين رسما توضيحيا لمفاتيح الأقنعة لكل خط مقاطعة وكيفية التحكم بهذه المفاتيح وعلاقتها ببعضها .

مثال 13-1

اكتب الأمر الذي ينشط المقاطعة RST5.5 و RST7.5 ويحجب المقاطعة RST6.5 . طالما أن RST5.5 نشط ، إذن D0=0 وكذلك طالما أن RST7.5 نشط إذن D2=0 وأيضا D4=0 وطالما أن RST6.5 مقنع أو محجوب إذن D1=1 وللحصول على ذلك الوضع لابد وأن تكون D3=1 . وأما D6 فلا بد أن تكون صفرا لأننا لسنا في حالة إخراج بيانات تتبعية وعلى ذلك فإن البت D7 لا يهم في هذه الحالة أن تكون صفرا أو واحدا طالما أن D6=0 . كذلك فإن D5 لا يهم أن تكون صفرا أو واحد . وعلى ذلك فإن محتويات المرمك ستكون كما يلي :

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 0 0 0 1 0 1 0 = 0AH

ولكى يتم ذلك ننفذ الأمرين التاليين :

MVI A,0AH
SIM

مثال 13-2

تخيل أن هناك جهاز إستقبال للبيانات التتابعية موصلا على الطرف SOD (طرف رقم 4) للشريحة 8085 ، والمطلوب هو إرسال 0 إلى هذا الجهاز كتنشيط لكي يبدأ في الإستقبال وذلك دون التأثير على حالة أطراف المقاطعة التي تم تجهيزها في المثال الماضي .

من شكل (13.2) نجد أنه حتى نترك أقنعة المقاطعة على البتات D0,D1,D2,D4 كما هي يجب أن تكون D3=0 ، وحتى ننشط البت D7 كبت للإخراج التتابعي فإن D6=1 ، ونضع D7=0 لكي نخرجه على الطرف SOD . لاحظ أن البتات D0,D1,D2,D4 في هذه الحالة لا يهم أن تكون صفرا أو واحدا وسنفترضها أصفارا ، وعلى ذلك تكون محتويات المرمك كالتالي :

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 1 0 0 0 0 0 0 =40H

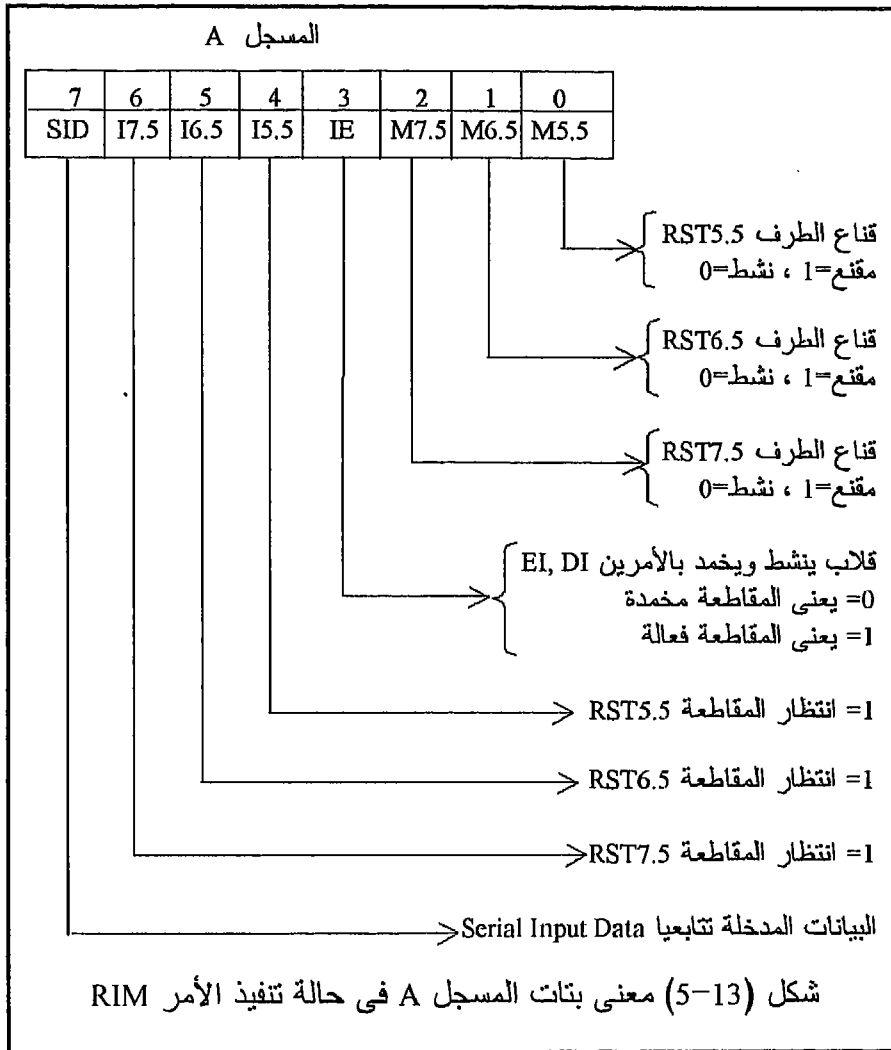
ولكى يتم ذلك ننفذ الأمرين التاليين :

MVI A,40H
SIM

لاحظ أن الخط TRAP لا يتأثر بأى شيء من ذلك .
 يمكن عمل مقارنة بين خطوط المقاطعة RST5.5 و RST6.5 و RST7.5 وثلاثة خطوط تليفونات تخرج من سنترال فى شركة معينة كالتالى: تخيل أن واحدا من هذه الخطوط هو تليفون رئيس الشركة وهو الخط RST7.5 والخط الثانى هو خط نائب الرئيس وهو الخط RST6.5 وأما الخط الثالث فهو خط مدير شئون الأفراد وهو الخط RST5.5 . هناك مكتب استقبال يرد على التليفونات القادمة للأشخاص الثلاثة ويوجهها إلى الشخص المطلوب . فى وقت الدوام (العمل) يعمل سنترال الشركة ويكون نشطا وفى غير وقت الدوام لا يعمل هذا السنترال ، ذلك يكافئ تماما تنشيط هذه الخطوط بالأمر EI وحجبها أو إخمادها بالخط DI . كل واحد من الأشخاص الثلاثة (الرئيس ونائبه ومدير شئون الأفراد) يترك خبرا فى مكتب الاستقبال عما إذا كان يريد استقبال مكالمات أم لا ، ذلك يكافئ وضع الشفرة المناسبة فى البتات 0 إلى 2 فى مسجل التراكم ثم تنفيذ الأمر SIM . افترض أن السنترال يعمل والاستقبال موجود أيضا فإنه سيرد على المكالمات ويوصلها أو يمنعها عن الأشخاص الثلاثة وذلك على حسب الأوامر التى تركوها عنده ، إن ذلك يكافئ تماما كون البت 3 تساوى واحدا فى الشفرة الموجودة فى المسجل A . أحيانا يكون السنترال يعمل ولكن الاستقبال مشغول ، فى هذه الحالة كل المكالمات القادمة ستوصل أو لا توصل على حسب آخر قائمة أوامر من الأشخاص الثلاثة دون أى اعتبار لأى تغيير يريده أى واحد منهم وهذا يكافئ حالة المسجل A قبل آخر مرة ينفذ فيها الأمر SIM وتكون البت 3 تساوى صفرا فى هذه الحالة . هناك ميزة فريدة للرئيس وهى أن عنده مفتاحا خاصا به بحيث عندما يكون هذا المفتاح ON ترد ماكينة إجابة ذاتية تقول "المدير مشغول الآن من فضلك اتصل مرة أخرى" . هذا يكافئ تماما البت 4 التى عندما تكون صفرا فإن الخط RST7.5 يكون فعالا وإذا كانت واحدا فإن هذا الخط يكون مقنعا أو محجوبا .

هناك الأمر RIM الذى يتكون من بايت واحدة والذى يقوم تقريبا بالعملية العكسية للأمر SIM حيث يقوم بتحميل المسجل A بثمانية بتات توضح حالة أقنعة المقاطعة . لذلك فإن هذا الأمر معناه "اقرأ أقنعة المقاطعة" Read Interrupt Masks . فى حالة قراءة أقنعة المقاطعة بالأمر RIM فإن بتات المسجل A تترجم محتوياتها كما فى شكل (13-5) حيث الثلاثة بت الأولى 0 إلى 2 هى حالة أقنعة خطوط المقاطعة RST5.5 و RST6.5 و RST7.5 كما تم تسجيلها باستخدام الأمر SIM مسبقا . البت الثالثة تبين حالة قلاب أو علم المقاطعة الذى رأينا كيف نتحكم فيه بالأمرين EI و DI . افترض أن المعالج يقوم الآن بخدمة مقاطعة للخط RST7.5 ، وفى أثناء ذلك افترض أن الخط RST6.5 طلب المقاطعة ، ماذا سيفعل المعالج ؟ إن المعالج يضع الخط RST6.5 فى حالة إنتظار

Pending إلى حين الانتهاء من خدمة المقاطعة RST7.5 . في هذه الحالة يستطيع المبرمج كتابة بعض الأوامر في آخر برنامج خدمة مقاطعة الطرف RST7.5 يجعل المعالج يذهب إلى خدمة المقاطعة RST6.5 بدلا من العودة للبرنامج الأساسي . البت رقم 5 في مسجل التراكم تعكس هذه الحالة ، فإذا كان الطرف RST6.5 في حالة انتظار فإن هذه البت تكون واحدا وتكون صفرا في غير ذلك . البت رقم 4 تمثل الانتظار لطرف المقاطعة RST5.5 والبت رقم 6 تمثل الانتظار لطرف المقاطعة RST7.5 . البت الأخيرة في مسجل التراكم كما في شكل (13-5) تمثل البيانات المدخلة تتابعيا إن وجدت حيث سنترك الحديث عن الإدخال والإخراج التتابعي للبيانات الآن .



شكل (6-13) يبين مثالا على اختبار المقاطعة RST6.5 فى نهاية برنامج مقاطعة الخط RST7.5 بحيث إذا كانت فى حالة انتظار يذهب المعالج لخدمتها قبل الرجوع للبرنامج الأساسى .

نهاية برنامج خدمة مقاطعة الخط RST7.5 ;
RIM قراءة ألقنة المقاطعة;
MOV B,A تخزين معلومات الألقنة فى المسجل B ;
ANI 20H اختبار لمعرفة إذا كان الخط RST6.5
فى الإنتظار , أى البت خمسة من A تساوى واحد ;
JNZ NEXT
EI RST6.5 لا ينتظر , نشط المقاطعة ;
RET عودة للبرنامج الأساسى ;
NEXT: MOV A,B أعد حالة الألقنة للمسجل A ;
ANI 0DH تنشيط المقاطعة RST6.5 قد تكون مقنعة ;
ORI 08H تنشيط البتات 0 إلى 2 قد تكون خاملة ;
SIM سجل الصورة الجديدة للألقنة ;
JMP SERV6.5 إقفز إلى برنامج خدمة المقاطعة RST6.5 ;
شكل (6-13) خدمة RST6.5 من برنامج خدمة RST7.5

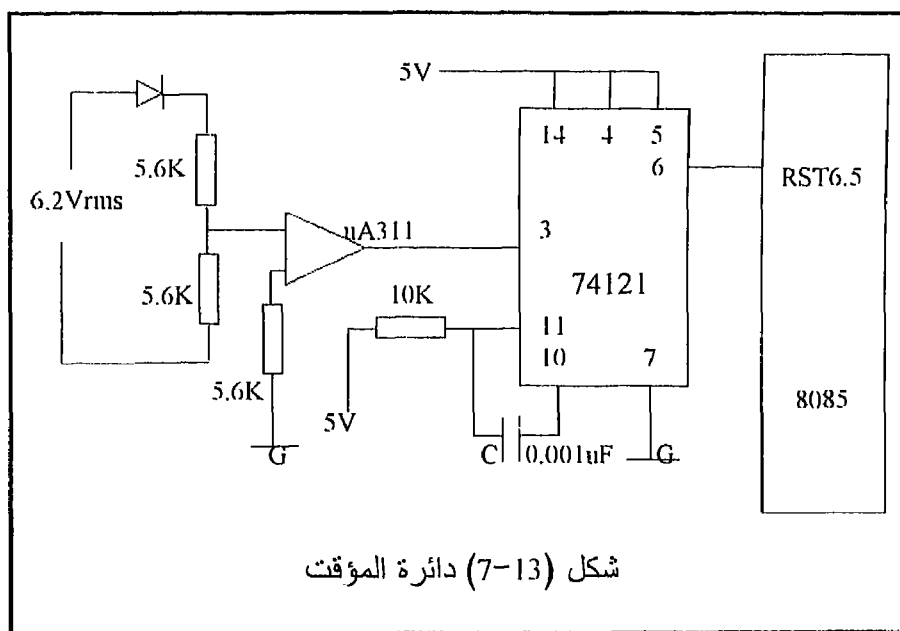
مثال 3-13

افترض أنه بعد تنفيذ الأمر RIM وجدت المحتويات التالية فى المسجل A :
D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 1 0 0 1 0 0 1 = 49H
إن ذلك يعنى أن المقاطعة RST5.5 هى المحجوبة (D0=1) وأما المقاطعة RST6.5 و RST7.5 فنشيطان (D2D1=00) ، كذلك فإن علم المقاطعة IF نشيط أى أن الأمر EI مازال سارى المفعول ، والمقاطعة RST7.5 فقط هى التى فى حالة انتظار (D6D5D4=100) كما أن هناك 0 قادم من الطرف SID (D7=0) .

مثال 4-13

المطلوب عمل مؤقت timer لزمن مقداره دقيقة واحدة باستخدام التردد 60 هرتز الناتج من خط القدرة . هذا المؤقت يعرض الزمن على 3 خانات واحدة للدقائق وإثنتان للثوانى بحيث تعرض خانة الدقائق واحدا (أى دقيقة واحدة) ثم يبدأ العد

التصاعدي للثواني إلى أن تصل إلى 60 فترجع إلى الصفر مرة أخرى وتستمر خانة الدقائق تعرض واحدا وتبدأ الثواني في العد التصاعدي ، وهكذا . شكل (13-7) يبين الدائرة المستخدمة لهذا الغرض وشكل (13-8) يبين البرنامج المقترح لذلك . تعتمد الدائرة المستخدمة على تحويل جهد القدرة من 110 فولت إلى 6 فولت باستخدام محول خافض للجهد ثم تقسيم هذا الجهد وإدخاله على مقارن $\mu A311$ ليحول الموجة الجيبية إلى موجة مربعة TTL . تستخدم هذه الموجة لعمل إثارة trigger للشريحة 74121 التي تخرج نبضة TTL يمكن التحكم في عرضها باستخدام المكثف C والمقاومة R . هذه النبضة الخارجة من الشريحة 74121 توصل على الطرف RST6.5 حيث ستعطي 60 نبضة مقاطعة في الثانية الواحدة على هذا الطرف . لكي نفهم البرنامج سنسير معه بالخطوات التالية :



أولاً: عندما ستجىء نبضة مقاطعة على الطرف RST6.5 من الشريحة 74121 فإن المعالج سيقفز إلى العنوان 0034H كما أوضحنا في شكل (13-2) . هذا العنوان يقع في أول صفحة من الذاكرة حيث كل صفحة من الذاكرة تحتوى 256 بايت (FFH) وعادة ما يكون هذا الجزء من الذاكرة مشغولاً بـ EPROM تحتوى بعض البرامج الخاصة بتشغيل الميكروكمبيوتر . إذا كان الأمر كذلك فإن مبرمج الـ EPROM عادة يسجل في مثل هذه الأماكن أمر قفز إلى مكان آخر بحيث يكون هذا المكان في الـ RAM . لذلك يجب عليك أن تقرأ كتالوج الجهاز

الذى تتدرب عليه وتعرف منه أمر القفز الموجود عند العنوان 0034 أين يقفز في ال RAM . سنفترض أن هذا العنوان هو أى عنوان وسنعطيه الرمز xxxx حيث سنكتب عند هذا العنوان برنامج خدمة المقاطعة .

```

0034 JMP xxxx ;
-----Main program-----
LXI SP,STCK ; تحديد بداية المكدة بالعنوان
MVI A,1DH ; الرقم 1D ينشط المقاطعة RST6.5 ويخمد الباقي
SIM ; تنشيط المقاطعة RST6.5
LXI B,0000H ; تصفير المسجلين B, C, للدقائق والثواني
MVI D,3CH ; الرقم 3CH يعادل 60 وهى عدد الثواني
EI ; تنشيط المقاطعة قبل الدخول فى برنامج إظهار الأرقام
DSPLY: MOV A,B
OUT 00 ; إظهار الدقائق على البوابة 00
MOV A,C
OUT 01 ; إظهار الثواني على البوابة 01
JMP DSPLY
xxxx: DCR D ; بداية برنامج خدمة المقاطعة فى ال RAM
EI ; تنشيط المقاطعة قبل الرجوع للبرنامج الأساسى
RNZ ; عودة طالما أن عدد المقاطعات لم يصل إلى 60
DI ; إخماد المقاطعة إذا وصل العدد إلى 60 مقاطعة
MVI D,3CH ; تحميل المسجل D بالرقم 60 ثانية مرة أخرى
INC C ; زد الثواني بمقدار واحد
MOV A,C
DAA ; وضع الثواني فى الصورة العشرية
MOV C,A
CPI 60 ; هل وصل عدد الثواني إلى 60 ثانية
EI ; تنشيط المقاطعة قبل العودة للبرنامج الأساسى
RNZ ; عودة طالما لم نصل إلى 60 ثانية
DI ; إخماد المقاطعة إذا وصل عدد الثواني إلى 60 ثانية
MVI C,00 ; تصفير عداد الثواني
MVI B,01 ; حمل المسجل B بدقيقة (زمن التأخير)
EI ; تنشيط المقاطعة قبل العودة
RET ; عودة للبرنامج الأسمى

```

شكل (8-13) برنامج المؤقت باستخدام المقاطعة

ثانيا : أهم جزء فى البرنامج الأساسى هو حلقة لا نهائية تخرج على بوابتى الإخراج 00 و 01 قيمة الثوانى التى تتغير كل ثانية وقيمة الدقائق التى هى واحد باستمرار والتى يمكن التحكم فيها من البرنامج ، البوابات غير مبينة فى شكل (7-13) للتبسيط فقط .

ثالثا : مع كل نبضة مقاطعة على الطرف RST6.5 سيقفز المعالج من الحلقة اللانهائية إلى العنوان 0034 ومنه إلى العنوان xxxx حيث سيبدأ من هناك تنفيذ برنامج خدمة المقاطعة .

رابعا : فى برنامج خدمة المقاطعة سيكون هناك عداد تزداد محتوياته بمقدار واحد مع كل نبضة مقاطعة بحيث أنه طالما أن محتويات هذا العداد لم تصل إلى 60 فإن المعالج يرجع إلى البرنامج الأساسى فى الحلقة الانهائية حيث يستأنف عمله كما فى الخطوة (ثانيا) .

خامسا : مع تكرار المقاطعة سيصل العداد فى برنامج الخدمة إلى 60 حيث عندها يقوم برنامج الخدمة بتعديل قراءة الثوانى بزيادتها بمقدار ثانية واحدة .

سادسا : إذا وصل عدد الثوانى إلى 60 يكون قد مضى دقيقة ، عندها يرجع عداد الثوانى إلى الصفر لتبدأ العملية من جديد .

شكل (2-13) يبين كيفية استقبال المعالج لنبضات المقاطعة على الخطوط RST5.5, RST6.5, RST7.5 حيث نلاحظ من هذا الشكل أنه بالنسبة للخط RST7.5 بالذات يكفى أن تصعد النبضة من صفر low إلى واحد high لكى يستقبل المعالج هذه الإشارة وذلك لوجود ماسك فى مدخل هذا الخط ، الخطان RST5.5, RST6.5 لابد أن تبقى واحدا high إلى أن يقبلها المعالج وإلا لو أنها نزلت إلى الصفر low قيل أن يقبلها المعالج فإن هذه المقاطعة لن تخدم بواسطة المعالج لعدم وجود ماسك فى مدخل كل خط من هذه الخطوط .

TRAP 2-4-13 الخط

خط المقاطعة TRAP يتميز بميزة خاصة عن الخطوط السابقة وهى أن هذا الخط لا يمكن حجبته أو إخفاؤه أو تعطيله بأى واحد من الأوامر السابقة وهى SIM أو DI وكذلك لا يحتاج للأمر EI لتنشيطه . لذلك فإن هذا الخط يسمى Nonmaskable interrupt أو المقاطعة التى لا يمكن حجبها . عادة يستخدم هذا الخط كما أشرنا سابقا فى عمليات المقاطعة الخطيرة مثل الحريق أو إنقطاع التيار الكهربى أو غير ذلك من العمليات الصناعية الخطيرة . هذا الخط كما هو موضح فى شكل (2-13 و 3-13) لابد وأن يرتفع من صفر إلى واحد ويستمر واحدا high إلى أن يقبله المعالج وإذا نزل إلى الصفر قبل أن يقبله المعالج فلن يكون له أى تأثير .

13-4-3 الخط INTR

آخر خط من خطوط المقاطعة فى المعالج 8085 هو الخط INTR . هذا الخط يعتبر من خطوط المقاطعة التى يمكن إخفاؤها أو وضع قناع عليها أى أنها maskable عن طريق الأمر DI ولا تقبل أو يتم خدمتها إلا إذا كان علم المقاطعة IF فعالا عن طريق الأمر EI كما فى شكل (13-3) . سنحاول فهم ما يقوم به المعالج وما يحتاج إليه من دوائر خارجية من خلال تتبعنا للخطوات التى يقوم بها المعالج عندما يشعر بأن الخط INTR واحد high وهذه الخطوات كما يلى :

الخطوة الأولى : فى أثناء تنفيذ كل أمر من أوامر أى برنامج يقوم المعالج باختيار الخط INTR هل يساوى واحدا أم صفرا ، وذلك من تلقاء نفسه وتبعاً لتركيبه المنطقى .

الخطوة الثانية : إذا كان هذا الخط صفرا فإن المعالج يذهب لتنفيذ الأمر التالى وأما إذا كان واحدا high فإن ذلك يعنى طلبا للمقاطعة . عندها إذا كان علم المقاطعة يساوى واحدا عن طريق الأمر EI فإن المعالج سيقبل المقاطعة ويكمل تنفيذ الأمر الحالى ويدفع بمحتويات عداد البرنامج إلى المكدة stack حتى يتمكن من العودة إلى نفس المكان الذى خرج منه .

الخطوة الثالثة : يقوم المعالج بجعل علم المقاطعة IF صفرا لمنع أى مقاطعة من المصادر الأخرى (بالطبع ما عدا المقاطعة من الخط TRAP) ثم يجعل الخط \overline{INTA} فعالا بجعله يساوى صفرا low . الخط \overline{INTA} عندما يكون فعالا يعنى أن المعالج قد قبل المقاطعة Interrupt Acknowledge وهو فى إنتظار تحديد المكان الذى سيقفز إليه لبدء تنفيذ برنامج خدمة المقاطعة وذلك لأنه وكما هو مبين فى شكل (13-9) فإن هذا الخط ملحق به ثمانية عناوين يمكن القفز إلى أى واحد منها يتم تحديده للمعالج عند طلب المقاطعة . هذه العناوين مرقمة من صفر إلى سبعة ويتم القفز إلى أى واحد منها عن طريق تنفيذ الأمر $RST\ n$ حيث n هى رقم العنوان . هذا الأمر يعطى للمعالج عن طريق دائرة خارجية سنعرفها بعد قليل حيث تستخدم الإشارة low على الخط \overline{INTA} لتنشيط هذه الدائرة لتعطى المعالج الأمر $RST\ n$ ورقم العنوان المطلوب القفز إليه .

الخطوة الرابعة : عندما يقرأ المعالج الأمر $RST\ n$ من على مسار العناوين فإنه يقفز إلى العنوان المحدد بهذا الأمر لبدء تنفيذ برنامج خدمة المقاطعة من هناك .

الخطوة الخامسة : قبل الانتهاء من برنامج خدمة المقاطعة يجب أن نضع الأمر EI ثم الأمر RET فى نهايته حتى ننشط المقاطعة فيصبح المعالج جاهزا لاستقبال المقاطعات الأخرى عند عودته إلى مكانه الذى خرج منه فى البرنامج الأصلى عن طريق إسترداد محتويات عداد البرنامج التى دفعها إلى المكدة .

13-4-4 كيف يتم تحديد العنوان الذي سيتم القفز إليه فى حالة المقاطعة INTR ؟

كما ذكرنا فى الخطوة الرابعة فإن المعالج بعد أن يجعل الخط \overline{INTA} فعالا يكون فى إنتظار قراءة أمر معين من على مسار البيانات وهذا الأمر هو الأمر $RST\ n$ الذى يتكون من بايت واحدة تحتوى شفره لرقم العنوان الذى سيتم القفز إليه . شكل (9-13) يبين جدولا لجميع حالات الأمر $RST\ n$ والعنوان المصاحب لكل حالة حيث نلاحظ من هذا الجدول أن البتات $D3$ و $D4$ و $D5$ تمثل الرقم n فى كل حالة . شكل (10-13) يبين دائرة مقترحة لإدخال شفرة الأمر $RST\ n$ على مسار البيانات فور نزول الخط \overline{INTA} إلى الصفر . تتكون هذه الدائرة أساسا من أى شريحة بوابات ثلاثية المنطق ولتكن الشريحة 74244 مثلا والتي تحتوى على ثمانى بوابات من هذا النوع . يوصل خط تنشيط هذه البوابات بالخط \overline{INTA} القادم من المعالج ويوصل خرج الشريحة على مسار البيانات . توصل جميع خطوط الدخل بالواحد high ما عدا الثلاثة خطوط $D3$, $D4$, $D5$ فتوصل على مفاتيح تضبط بحيث تعطى الشفرة المناسبة للرقم n المطلوب مع الأمر $RST\ n$ كما فى الجدول المبين فى شكل (9-13) . شكل (10-13) يبين هذه الدائرة وقد تم ضبط هذه المفاتيح الثلاثة لتعطى الأمر $RST\ 5$.

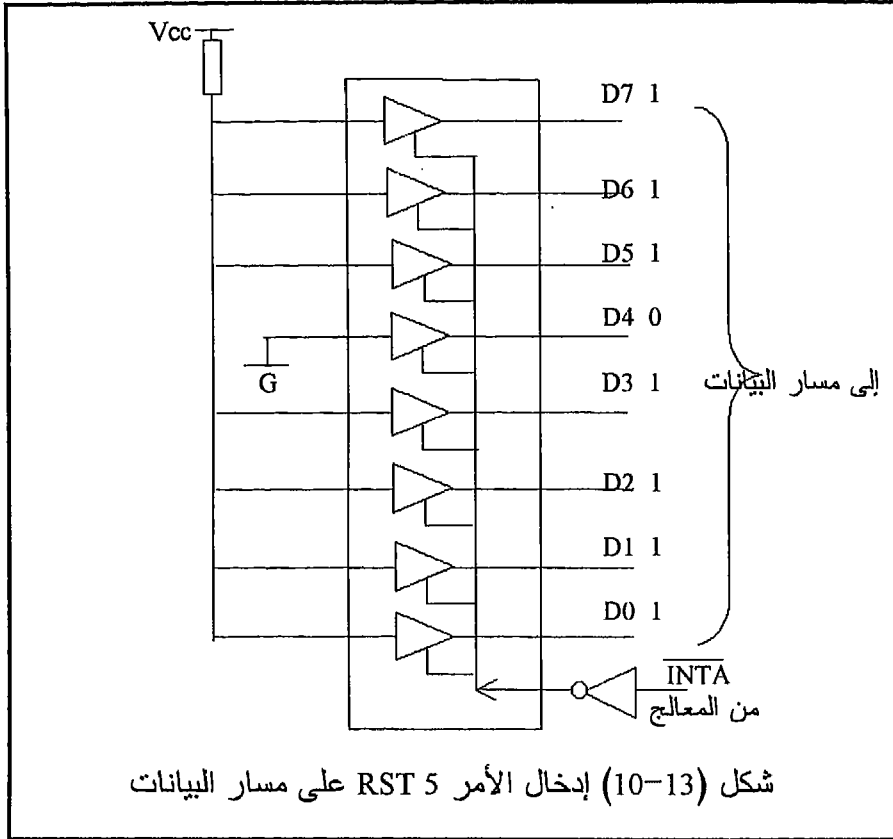
العنوان	شفرة الأمر	D7D6	D5D4D3	D2D1D0	الأمر $RST\ n$
0000	C7	1 1	0 0 0	1 1 1	$RST\ 0$
0008	CF	1 1	0 0 1	1 1 1	$RST\ 1$
0010	D7	1 1	0 1 0	1 1 1	$RST\ 2$
0018	DF	1 1	0 1 1	1 1 1	$RST\ 3$
0020	E7	1 1	1 0 0	1 1 1	$RST\ 4$
0028	EF	1 1	1 0 1	1 1 1	$RST\ 5$
0030	F7	1 1	1 1 0	1 1 1	$RST\ 6$
0038	FF	1 1	1 1 1	1 1 1	$RST\ 7$

شكل (9-13) الأمر $RST\ n$ شفرته وعناوين القفز

لاحظ أن الدائرة الموجودة فى شكل (10-13) تكافىء تماما بوابة إدخال تم الاستغناء عن عمليات تشفير عنوان لها واستخدم الخط \overline{INTA} كخط فعالية لهذه البوابة بحيث أن هذه البوابة ستضع دخلها على مسار البيانات فقط عندما يكون الخط \overline{INTA} فعالا .

إن الأمر $RST\ n$ يمكن تنفيذه من خلال البرنامج وليس بالضرورة أن ينفذ عن طريق إدخاله على مسار البيانات كما رأينا ، فإنه يمكن فى أى مكان فى البرنامج

أن تنفذ الأمر RST n حيث سيقفز المعالج إلى العنوان المتوافق مع الرقم n وسينفذ برنامج المقاطعة الموجود هناك تماما كما لو كان المعالج تمت مقاطعته من الخارج من على الخط INTR وهذه تسمى مقاطعة عن طريق البرمجة software interrupt . بذلك نكون قد إنتهينا من الطرق المختلفة لمقاطعة المعالج 8085 .



5-13 مقاطعة المعالج Z80

1-5-13 الخط NMI

هناك خطان أساسيان لمقاطعة المعالج Z80 وهما الخط \overline{NMI} على الطرف رقم 17 في الشريحة والخط \overline{INT} على الطرف رقم 16. بالنسبة للخط \overline{NMI} والذي يعني مقاطعة غير محجوبة Nonmaskable Interrupt فإنه فعال عندما يكون صفرا low ولا يهم أن يبقى صفرا لكي يجيب المعالج على المقاطعة ولكن يكفي

أن يهبط الجهد على هذا الطرف من الواحد إلى الصفر لكي يسجل المعالج طلب المقاطعة ، أى أن الحافة الهابطة هي الحافة المهمة لهذا الطرف . عندما ينتهى المعالج من تنفيذ أى أمر فإنه يختبر خط المقاطعة \overline{NMI} فإذا كان فعالا يقوم فورا بعمل الآتى :

1. يقوم المعالج بدفع محتويات عداد البرنامج فى المكدة حتى يتمكن من العودة إلى نفس المكان الذى خرج منه فى البرنامج الأساسى قبل طلب المقاطعة مثله فى ذلك مثل البرامج الفرعية subroutines.

2. القلاب IFF1 يعتبر علم المقاطعة فى المعالج Z80 بحيث لا يسمح بالمقاطعة إلا إذا كان هذا القلاب يساوى واحد . فى البرنامج الأساسى عادة يقوم المبرمج بوضع هذا القلاب إما واحد أو صفرا على حسب ظروف البرنامج إذا كان سيسمح بالمقاطعة من على الخط \overline{INT} أم لا ، ولذلك فإن المعالج يقوم بتخزين قيمة هذا القلاب فى قلاب آخر IFF2 حتى إنه عندما يرجع إلى البرنامج الأساسى بعد خدمة المقاطعة يسترجع القيمة الأصلية للقلاب IFF1 من القلاب IFF2 والتي كانت قائمة قبل المقاطعة . يقوم المعالج بهذه العملية نتيجة لأنه سيغير من قيمة القلاب IFF1 كما سنرى .

3. يوضع القلاب IFF1 يساوى صفرا وبذلك تمنع أو تحجب أى مقاطعة من على الطرف \overline{INT} وذلك بالطبع نتيجة لأهمية المقاطعة \overline{NMI} وأولويته على المقاطعة \overline{INT} ولذلك فإنه لا يسمح بالمقاطعة من على هذا الطرف إلا فى حالات الطوارئ كما ذكرنا سابقا ولذلك فإنه بمجرد أن يبدأ المعالج فى خدمة هذه المقاطعة فإنه تمنع أى مقاطعة أخرى من أى طرف آخر .

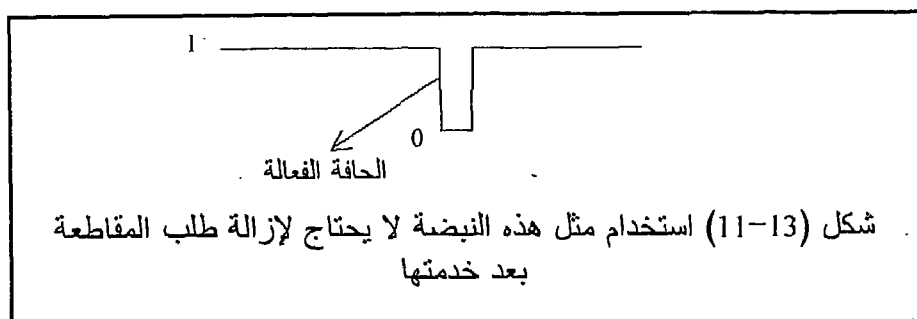
4. يقفز المعالج إلى العنوان 0066H فى الذاكرة والذى من المفروض أن يبدأ من عنده برنامج خدمة المقاطعة للطرف \overline{NMI} .

5. لابد وأن ينتهى برنامج خدمة المقاطعة بالأمر RTI والذى يعنى عودة من مقاطعة Return from Interrupt والذى على أثره يقوم المعالج باسترجاع محتويات عداد البرنامج من المكدة فيرجع إلى البرنامج الأساسى ولنفس المكان الذى تمت عنده المقاطعة ، كما يقوم باسترجاع محتويات القلاب IFF1 من القلاب IFF2 بذلك يعود كل شئ إلى حالته قبل المقاطعة تقريبا .

6. إذا كان برنامج خدمة المقاطعة سيغير من قيمة أى من المسجلات المهمة فى البرنامج الأساسى فإن مسئولية دفع قيم هذه المسجلات إلى المكدة فى بداية برنامج خدمة المقاطعة ثم استرجاعها مرة أخرى فى نهايته تقع على المبرمج وذلك لأن المعالج لا يقوم بتخزين كافة المسجلات .

7 - إذا بقى الخط \overline{NMI} فعالا حتى عند الانتهاء من الخدمة والعودة إلى البرنامج الأساسى فإن ذلك سيسبب مقاطعة أخرى وهذه بالطبع حالة غير مرغوب فيها ، لذلك فإن إزالة طلب المقاطعة من على الخط \overline{NMI} بعد الانتهاء من برنامج

الخدمة تقع أيضا على عاتق المستخدم وعليه أن يأخذها فى اعتباره . أيسر الطرق لذلك هى استخدام نبضة - واحد صفر واحد - كالمبينة فى شكل (13-11) لطلب المقاطعة وذلك لأنه كما ذكرنا فإن الخط حساس للحافة الهابطة ولا فائدة من ابقاء الخط أو مسكه على حالة الصفر ، لذلك فإن استخدام مثل هذه النبضة ستغنى المستخدم عن إضافة دوائر أخرى تزيل طلب المقاطعة إذا كان سيبقى ممسوكا على الصفر .



2-5-13 الخط \overline{INT}

خط المقاطعة \overline{INT} يدخل على الطرف رقم 16 فى المعالج Z80 . المقاطعة على هذا الخط يمكن حجبها باستخدام الأمر \overline{DI} أى Disable Interrupt والذي يجعل علم المقاطعة $\overline{IFF1}$ يساوى صفرا ، بذلك لا يمكن قبول أى مقاطعة على هذا الخط . يمكن تنشيط المقاطعة مرة ثانية باستخدام الأمر \overline{EI} والذي يعنى Enable Interrupt حيث يجعل علم المقاطعة $\overline{IFF1}$ يساوى واحدا وبذلك فإن أى مقاطعة على الخط \overline{INT} تقبل ويقوم المعالج بخدمتها . الخط \overline{INT} يكون فعالا عندما يكون صفرا low ولا بد لكى تقبل المقاطعة من على هذا الخط أن يظل صفرا إلى أن تقبل المقاطعة ، أى أن هذا الخط ينشط أو يكون فعالا بالمستوى صفر وليس بالحافة كما رأينا فى حالة المقاطعة \overline{NMI} . هناك ثلاثة طرق للتعامل مع الخط \overline{INT} وهى الطريقة 0 والطريقة 1 والطريقة 2 ويمكن تحديد أو إختيار أى من الطرق الثلاثة باستخدام واحد من الأوامر التالية ، $\overline{IM0}$ ، $\overline{IM1}$ ، $\overline{IM2}$ وذلك من داخل البرنامج الأساسى . لاحظ أن المعالج Z80 عند بداية تشغيله أو إعادة وضعة أى RESET يكون فى الطريقة 0 .

الطريقة 0 للتعامل مع الخط \overline{INT} : هذه الطريقة تماثل تماما طريقة مقاطعة المعالج 8085 من على الخط \overline{INTR} والتي سبق شرحها بالتفصيل حيث أنه عندما يستقبل المعالج Z80 طلب مقاطعة على الخط \overline{INT} (طرف 16) فإنه يقفز إلى واحد من ثمانية عناوين فى الذاكرة يقوم المستخدم بتحديد المعالج عند طلب

المقاطعة . هذه العناوين الثمانية سبق تحديدها فى شكل (13-9) ويمكن مراجعتها للتذكرة (لذلك ننصح بقراءة الجزء 13-4-3 والجزء 13-4-4) . عندما يستقبل المعالج Z80 طلب مقاطعة على الخط \overline{INT} وعندما يكون فى الطريقة 0 أى أنه سبق تنفيذ الأمر IM0 فإن المعالج يقوم بتنفيذ الخطوات التالية:

1. يقوم المعالج بتصفير علم المقاطعة IFF1 لحجب أى مقاطعات أخرى من أى أجهزة أخرى تطلب على نفس الخط \overline{INT} .

2. يقوم المعالج بجعل الخطين \overline{IORQ} و \overline{MI} فى حالة فعالية ، أى أن كل واحد من هذين الخطين يصبح صفرا low ، والحالة الوحيدة التى يصبح فيها هذان الخطان صفرا معا وفى نفس الوقت هى حالة المقاطعة على الخط \overline{INT} بالطريقة 0 والتى نحن بصدها الآن . لاحظ أن الخط \overline{IORQ} معناه طلب قراءة من جهاز إدخال ويقوم المعالج بتنشيط هذا الخط لأنه سيكون فى هذه الحالة فى إنتظار قراءة الأمر RST n كما شرحنا فى حالة المعالج 8085 . وأما الخط \overline{MI} فإنه يكون فعالا فقط عند قراءة شفرة أى أمر ، وحيث أن المعالج فى حالتها هذه بالذات يقرأ شفرة الأمر RST n من على بوابة إدخال فإنه سيكون هو أيضا فعالا فى نفس اللحظة التى سيكون فيها الخط \overline{IORQ} فعالا .

3. على المستخدم أن يستغل ظاهرة أن الخطين \overline{MI} و \overline{IORQ} يكونان صفرا معا فى هذه الحالة فقط لتشغيل بوابة إدخال يدخل عليها شفرة الأمر RST n الذى يحدد للمعالج أى واحد من عناوين القفز الثمانية سيقفز إليه . هذه البوابة موضحة فى شكل (13-12) . لاحظ أن الفرق الوحيد بين المعالج Z80 والمعالج 8085 هو فقط فى طريقة تشغيل هذه البوابة حيث كما رأينا فى حالة المعالج 8085 يستخدم الخط \overline{INTA} لتشغيل هذه البوابة كما فى شكل (13-10) .

4. يقرأ المعالج بوابة الإدخال ويفك شفرة الأمر RST n ليعرف العنوان الذى سيتم القفز إليه .

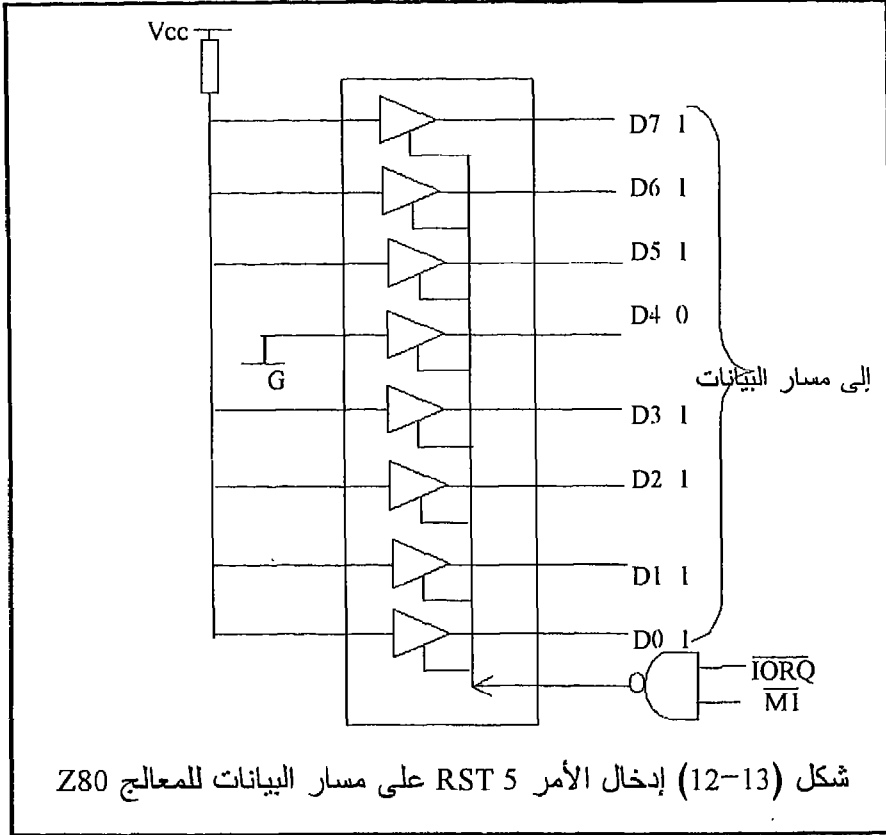
5. يقوم المعالج بدفع محتويات عداد البرنامج فى المكسة .

6. يقفز المعالج إلى برنامج خدمة المقاطعة بناء على العنوان الذى قرأه فى الخطوة 4 .

7. بعد الانتهاء من تنفيذ برنامج خدمة المقاطعة يرجع المعالج إلى نفس المكان فى البرنامج الأسمى عن طريق جلب محتويات عداد البرنامج مرة ثانية من المكسة .

الطريقة 1 للتعامل مع الخط \overline{INT} : هذه الطريقة بسيطة جدا حيث أنها تشبه تماما طريقة المقاطعة من على الخط \overline{NMI} حيث أن هناك عنوانا واحدا فقط وهو العنوان 0038H يتم القفز إليه فى حالة المقاطعة بهذه الطريقة . لاحظ أنه لا بد من تنفيذ الأمر IM1 قبل طلب المقاطعة فى البرنامج الأساسى ، كما أن علم المقاطعة لا بد وأن يكون واحد ، أى أنه تم تنفيذ الأمر EI أيضا لتنشيط هذا العلم وحتى

يمكن قبول المقاطعة . عند المقاطعة بهذه الطريقة أيضا يقوم المعالج بدفع محتويات عداد البرنامج إلى المكدسة وعلى المبرمج دفع باقي المسجلات إن أراد في بداية برنامج خدمة المقاطعة حيث أن المعالج لا يقوم بذلك .
 الطريقة 2 للتعامل مع الخط \overline{INT} : يدخل المعالج في هذه الطريقة بناء على تنفيذه للأمر IM2 ، وعند إستقباله لطلب مقاطعة يقوم بالخطوات التالية :
 1. يقوم المعالج بوضع صفر في علم المقاطعة IFF1 لمنع أى مقاطعة أخرى مثل الطرق السابقة .

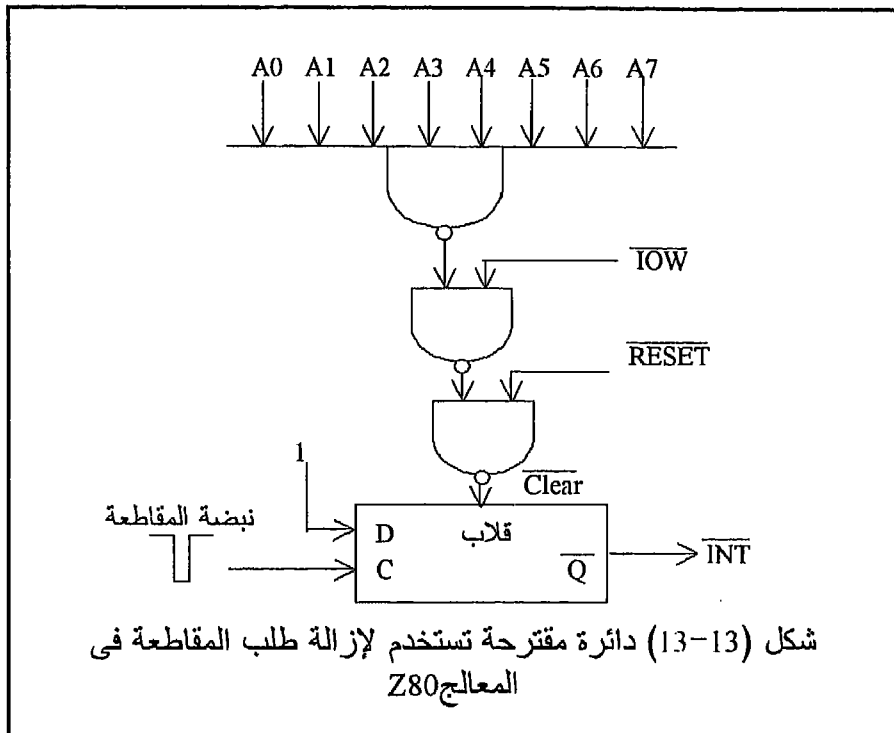


2. مثل الطريقة 0 يقوم المعالج بجعل الخططين \overline{IORQ} و $\overline{M1}$ فعالين بجعل كل منهما يساوى صفرا . على المبرمج مثل ما شرحنا في حالة الطريقة 0 أن يستغل ذلك لإدخال شفرة معينة إلى مسار البيانات من على بوابة إدخال كالموضحة في شكل (12-13) .
3. يقوم المعالج بتكوين عنوان من 16 بتا وهذا العنوان يتكون من جزأين : الجزء الأول من العنوان وهو A0 إلى A7 هو الشفرة التي تمت قراءتها من على

بوابة الإدخال كما فى الخطوة 2 وأما الجزء الثانى من العنوان A8 إلى A15 فهو محتويات المسجل I الموجود فى المعالج لهذا الغرض والذى يتكون من 8 بتات. عنوان برنامج خدمة المقاطعة فى هذه الحالة يكون موجودا فى الباييت المحددة بالعنوان السابق والبايت التى تليها .

4. بعد معرفة هذا العنوان يقفز إليه المعالج لينفذ برنامج خدمة المقاطعة الموجود هناك وذلك بالطبع بعد دفع محتويات عداد البرنامج إلى المكعدة حتى يستطيع العودة إلى نفس المكان فى البرنامج الأصلي بعد الانتهاء من برنامج خدمة المقاطعة .

5. يمكن أن نوضح ذلك بالمثل التالى : افترض أن محتويات المسجل I هى 10H ، وعند قراءة بوابة الإدخال المقصودة وجد بها الرقم 45H . لذلك سيكون المعالج العنوان التالى 1045H ويذهب إلى هذه الباييت ليقرأ محتوياتها ولتكن مثلا 00H ثم يذهب إلى الباييت التالية لها أى الباييت 1046H فيقرأ محتوياتها ولتكن مثلا E1H . من محتويات هاتين الباييتين يتكون لدى المعالج عنوان برنامج خدمة المقاطعة الذى يكون E100H فى هذا المثل .



كما رأينا فإنه لابد وأن يبقى الخط \overline{INT} ممسوكا على الصفر حتى تتم خدمته بواسطة المعالج وإلا فإنه إن رجع إلى الواحد قبل أن يتعرف المعالج عليه فلن تتم خدمته وذلك لأن الخط \overline{INT} من النوع الذى يكون فعالا على المستوى صفر وليس على أى حافة . لذلك فإنه يستحسن إدخال طلب المقاطعة على الطرف \overline{INT} عن طريق قلاب كما هو مبين فى شكل (13-13) . وجود مثل هذا القلاب فى مدخل المقاطعة \overline{INT} ومسكه على الصفر عند طلب المقاطعة يستلزم أن يقوم المستخدم بإزالة هذا الصفر (طلب المقاطعة) عند نهاية برنامج الخدمة . شكل (13-13) يبين أيضا دائرة مقترحة لهذا الشأن حيث يتم إخراج أى معلومة على بوابة الإخراج FFH مثلا التى نتيجة لتشفيرها تعطى واحد على الخط \overline{INT} أى تزيل المقاطعة . أى أنه بمجرد تنفيذ الأمر FFH OUT فى نهاية برنامج خدمة المقاطعة سيزال طلب المقاطعة من على الطرف \overline{INT} .

13-6 تمارين

1. ما هو المقصود بطرق الأبواب لخدمة الأجهزة ؟
2. ما هو الفرق بين طريقة طرق الأبواب لخدمة الأجهزة والمقاطعة ؟
3. اشرح بعض التطبيقات التى تستخدم فيها المقاطعة ؟
4. ماذا يفعل أى معالج عادة حال إستقباله لأمر مقاطعة ؟
5. كم عدد خطوط المقاطعة لدى المعالج 8085 التى يمكن مقاطعته من عليها ؟
6. كم عدد خطوط المقاطعة لدى المعالج Z80 التى يمكن مقاطعته من عليها ؟
7. الخط TRAP فى المعالج 8085 ، ماذا يكافئ فى المعالج Z80 ؟
8. الأمران DI و EI للمعالج 8085 يستخدمان عادة فى برامج خدمة المقاطعة ، ما هو الغرض من استخدامهما ؟
9. اشرح دور الأمرين SIM و RIM فى المقاطعة على الخطوط RST7.5, RST6.5, RST5.5 ؟
10. ما هو الفرق بين المقاطعة على الخط INTR والخطوط الأخرى فى المعالج 8085 والمعالج Z80 ؟
11. اشرح كيفية تحديد مكان برنامج خدمة المقاطعة للمعالج 8085 فى حالة المقاطعة على الخط INTR ؟
12. اشرح كيفية إدخال شفرة الأمر RST n إلى المعالج 8085 و Z80 ؟
13. من أوامر الشريحة Z80 الأوامر ، IM0 و IM1 و IM2 ، ماذا تعنى هذه الأوامر وهل لها نظير فى المعالج 8085 ؟ قارن بين الطرق الثلاثة لمقاطعة المعالج Z80 على الخط \overline{INT} وما يلاحظها فى المعالج 8085 ؟
14. قارن بين الشكلين (10-13) و (12-13) ؟

15. مطلوب إستخدام المعالج للتحكم فى نظام درجة حرارة غرفة فى أحد المصانع وإظهار هذه الدرجة على شريحتين ذات 7 قطع , 7 segment إرسم هذا النظام وإكتب برنامجه مرة مستخدما نظام طرق الأبواب ومرة باستخدام المقاطعة ؟

الفصل الرابع عشر

التركيب الهيكلي للمعالج

Intel 8086/8088

1-14 مقدمة

نقدم في هذا الفصل شرحا تفصيليا للتركيب الهيكلي للمعالج intel8086 وزميله المعالج intel8088 وذلك من الداخل حيث سندرس محتوياتهما من المسجلات والعدادات ومن الخارج حيث سنلقى نظرة سريعة على وظيفة كل طرف من أطرافهما . إن هذين المعالجين يعتبران أهم المعالجات ذات ال 16 بت وذلك لاستخدامهما في الحاسب IBM الذى كان من أول الحاسبات الشخصية التى ظهرت فى السوق ثم سادت وفرضت نفسها على كل المستخدمين للحاسبات . من ضمن هذا الجيل من المعالجات ظهر أيضا المعالج MC68000 والمعالج Z8000 ولكن كما ذكرنا كان أكثرها شيوعا وأوفرها حظا فى الاستخدام هو المعالج intel8086 والذى نحن بصدد دراسته هنا .

المعالجين 8086/8088 كل منهما كما رأينا يتعامل مع بيانات مقدارها 16 بت ، ولكن هناك نقطة خلاف أساسية ووحيدة بين هذين المعالجين وهى كيفية التعامل مع هذه البيانات . إن المعالج 8086 يتعامل مع البيانات فى داخله وفى خارجه على أساس أنها 16 بت ، أى أنه له مسار بيانات خارجى مقداره 16 بت يستطيع من خلاله التعامل مع الأجهزة الخارجية مثل الشاشة والذاكرة ولوحة المفاتيح على أساس 16 بت ، فيرسل مثلا معلومة من 16 بت إلى الشاشة فى مرة واحدة ويستقبل معلومة من 16 بت من أى بوابة إدخال . هذا المعالج ، 8086 يتعامل داخليا أيضا بنفس الطريقة حيث تنتقل البيانات داخليا بين جميع المسجلات بعضها البعض أو مع وحدة الحساب والمنطق على مسار بيانات مقداره 16 بت أيضا . أما المعالج 8088 فإنه تماما مثل نظيره 8086 فى التعاملات الداخلية حيث ينقل البيانات داخله على مسار بيانات مقداره 16 بت ، بينما يختلف عن نظيره 8086 فى التعاملات الخارجية حيث أن مسار البيانات الخارجى له يتكون من 8 بت فقط ، لذلك فإنه يرسل أو يستقبل بيانات 8 بت فقط مع الأجهزة الخارجية ، وهذه كما ذكرنا هى نقطة الخلاف الوحيدة بين المعالجين كما سنرى فيما بعد . ونعتقد أن الرقم 6 فى المعالج 8086 يذكرنا بأنه يتعامل دائما من خلال مسار بيانات 16 بت ، بينما الرقم 8 الأخير فى المعالج 8088 فإنه يذكرنا بأن التعامل يكون من خلال مسار بيانات 8 بت فقط مع الأجهزة الخارجية . ويخطر ببالنا سؤال مهم هنا وهو: ما هو الداعى للمعالج 8088 إذا كان نظيره 8086 قد قام بالمهمة بكفاءة أحسن وبالتأكيد أسهل حيث يتعامل خارجيا وداخليا من خلال مسار بيانات 16 بت ؟ والإجابة على ذلك هى أن المعالجات 16 بت ظهرت فى منتصف الثمانينات وحلت محل المعالجات 8 بت فى جميع الحاسبات وجميع التطبيقات وبعد أن كانت المعالجات 8 بت قد انتشرت فى السوق واستخدمت فى كثير من أجهزة الحاسبات وفى الكثير من التطبيقات أيضا مما

تسبب في أن كل هذه الأجهزة القديمة (8 بت) أصبحت عديمة الفائدة بعد أن فكروا كل المستهلكين في الأخذ بالمعالجات الجديدة (16 بت) . لذلك كان التفكير في معالج وسيط يقلل من حجم الخسارة في عملية الانتقال إلى المعالج 8086 ، فكل من الحل هو معالج يتعامل داخليا على أساس 16 بت للاستفادة بمميزات الـ 16 بت ويتعامل خارجيا على أساس 8 بت لتسهيل عملية المواجهة مع الأجهزة الخارجية الموجودة أصلا في الحاسبات والتطبيقات التي كانت تتعامل مع المعالجات 8 بت وبأقل تكلفة ممكنة ، فكان ذلك المعالج الوسيط هو المعالج 8088 ، ولقد نزلت في هذا الوقت أيضا الكثير من البرامج التي تقوم بتحويل برمجيات المعالجات 8 بت إلى صورة تناسب المعالجات 16 بت كمرحلة انتقال وحتى لا يعاد صياغة هذه البرمجيات من جديد .

14-2 نظرة داخلية على محتويات المعالجات 8086/8088

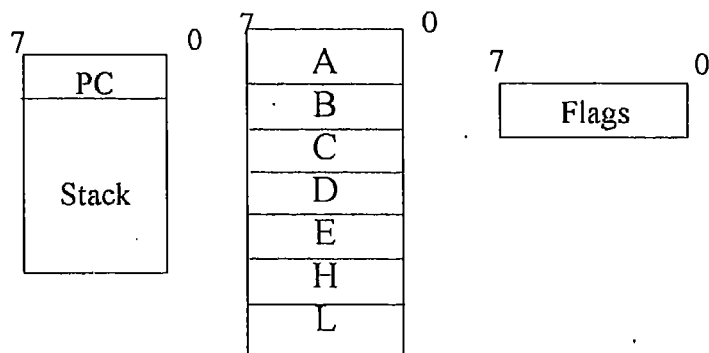
كما علمنا من قبل وعند دراستنا لشرائح المعالجات 8 بت أن أي معالج في النهاية يمكن النظر إليه على أنه مجموعة من المسجلات والعدادات بجانب وحدة الحساب والمنطق حيث أنها أهم المكونات الداخلية في المعالج ، أما فكرة عمل المعالج ، أي معالج ، فهي (كما سبق وشرحناها أيضا) إحضار شفرات الأوامر من الذاكرة وتنفيذها بنفس التتابع المسجلة به في البرنامج . أي أن الفكرة ثابتة ولكن التطور يكون دائما في المكونات حيث تتغير المسجلات ووحدة الحساب والمنطق من 8 بت إلى 16 بت إلى 32 بت إلى 64 بت وتتغير تكنولوجيا التصنيع نفسها مع الزمن فتزداد السرعة بدرجة كبيرة ولكن فكرة العمل تظل كما هي ثابتة . شكل (14-1) يبين تطور المسجلات في المعالجات 8008 و 8085 و 8086 . نلاحظ من هذا الشكل أن عدد المسجلات كان 6 مسجلات كل منها 8 بت بخلاف المرمك في المعالج 8008 وأما المعالج 8085 فيحتوي نفس العدد من المسجلات ولكن الجديد هو أن هذه المسجلات يمكن في بعض العمليات ازدواجها واستخدامها كمسجلات 16 بت كما رأينا سابقا ولكن المرمك كما هو 8 بت ، وأما في المعالج 8086 فإنه يحتوي أيضا نفس العدد من المسجلات العامة والتي اختلفت أسماؤها قليلا لتناسب استخدامها كمسجلات 16 بت أو 8 بت ، فمثلا المسجل B أصبح اسمه BX في حالة استخدامه كمسجل 16 بت أو BL في حالة استخدام النصف الأول منه كمسجل 8 بت و BH في حالة استخدام النصف الأعلى منه كمسجل 8 بت ، نفس الكلام مطبق على باقي المسجلات العامة وهي المسجلات C, D . الجديد أيضا أن المرمك مطبق عليه نفس الكلام السابق فيمكن استخدامه كمسجل 16 بت (AX) أو مسجلين كل منهم 8 بت (AL, AH) . نلاحظ أيضا أن المكدة stack كانت موجودة بداخل المعالج 8008 ثم انتقلت لتصبح

جزءاً من الذاكرة يشار إلى قمتها أو أول مكان فاضى فيها بمحتويات المسجل SP أو مؤشر المكسدة وذلك فى المعالجات 8085 و 8086 . أما عداد البرنامج PC فكان 8 بت فى المعالج 8008 وأصبح 16 بتاً فى المعالجات 8085 و 8086 وأصبح اسمه مؤشر الأوامر IP فى المعالج 8086 وهناك فرق كبير بين الاسم "عداد البرنامج" و"مؤشر الأوامر" بالرغم من التماثل فى الوظيفة ولكن فى حالة المعالج 8085 فإنه يتعامل مع ذاكرة مقدارها 64 كيلو بايت وأما فى حالة المعالج 8086 فإنه يتعامل مع ذاكرة مقدارها 1 ميجابايت من خلال فكرة زكية وهى فكرة تجزئ الذاكرة التى سنشرحها بعد قليل إن شاء الله . نلاحظ أيضاً من شكل (1-14) أن المعالج 8086 يحتوى على مسجلات أخرى لم تكن موجودة فى سابقه وهى المسجلات BP, SI, DI, CS, DS, SS, ES وكلها مسجلات 16 بت سنتعرف على وظيفة كل منها بعد قليل . نلاحظ أيضاً أن مسجل الأعلام أصبح 16 بت أيضاً بدلا من ثمانية مما ينبئ بأنه سيكون هناك الكثير من الأعلام وبالتالي مقدرة أكثر على البرمجة وعدد أكثر من الأوامر . من الملاحظات المهمة أيضاً فى شكل (1-14) هى احتواء المعالج 8008 على المكسدة كمجموعة من المسجلات موجودة بداخل المعالج نفسه فى حين أصبحت هذه المكسدة جزء من الذاكرة فى المعالجات التى تلت ذلك مما أمكن معه تكبير المكسدة لأى كمية مطلوبة .

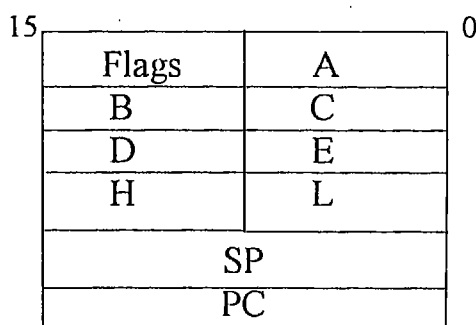
3-14 نظرة تفصيلية على مسجلات المعالج 8086/8088

لقد استخدم مصمموا المعالجات 8086/8088 فكرة زكية كان لها أكبر الأثر فى زيادة سرعة وكفاءة هذين المعالجات وهذه الفكرة هى انقسام هذه المعالجات إلى وحدتين أساسيتين لكل منهما وظيفة مختلفة تماماً عن الوحدة الأخرى .

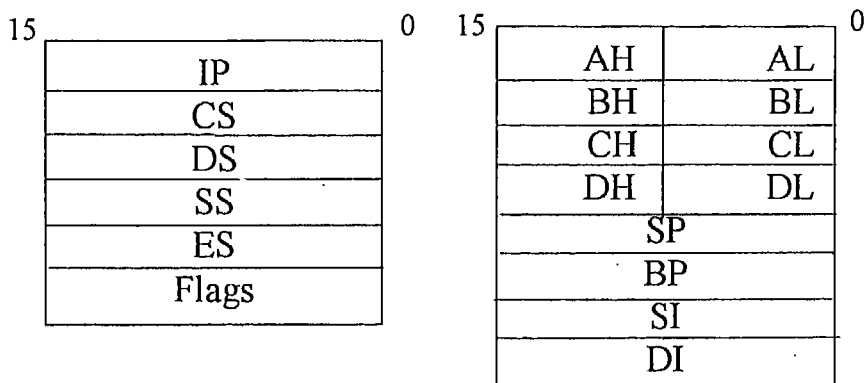
الوحدة الأولى هى وحدة التنفيذ (EU) Execution Unit وهى خاصة فقط بتنفيذ الأوامر ولا تتعدها لأى وظيفة أخرى ، والوحدة الثانية هى وحدة مواجهة المسارات (BIU) Bus Interface Unit وهذه أيضاً لها وظيفة محددة وهى جلب الأوامر من الذاكرة ووضعها فى طابور أو قائمة انتظار queue فى انتظار التنفيذ عن طريق وحدة التنفيذ . هذا التقسيم فى الوظائف بين الوحدتين أتاح لوحدة التنفيذ أن تقوم فقط بتنفيذ الأوامر الموجودة فى قائمة الانتظار وفى أثناء انشغال وحدة التنفيذ بتنفيذ الأوامر تقوم وحدة مواجهة المسارات بجلب أوامر أخرى من الذاكرة ووضعها فى القائمة والعمل على أن تكون القائمة مملوءة دائماً بالأوامر التى فى انتظار التنفيذ .



مسجلات المعالج intel80008



مسجلات المعالج intel8085



مسجلات المعالج intel8086

شكل (1-14) تطور محتويات المعالجات 8008 و 8085 و 8086

بذلك تم توفير وقت كبير كانت وحدة التنفيذ تتوقف فيه لحين الذهاب إلى الذاكرة وإحضار الأوامر التي عليها الدور في التنفيذ مما كان له أكبر الأثر في زيادة سرعة هذه المعالجات بدرجة كبيرة . يمكن تمثيل مهمة كل من هاتين الوحدتين بمهمة المدير والسكرتارية حيث تكون السكرتارية هي المواجهة للعالم الخارجى حيث تستقبل هي جميع الطلبات والمشاكل من الجمهور واعدادها في ملف كل على حسب ترتيب قدمه ثم تعرض هذا الملف على المدير الذى يقوم بحل هذه المشاكل فى حين تعمل السكرتارية على استقبال الطلبات الأخرى لحين أن ينتهى المدير من تنفيذ ما معه من طلبات . بالطبع فإن ذلك يكون له أكبر الأثر فى سرعة تنفيذ الطلبات عن ما لو كان المدير وحده يقوم باستقبال كمية من الطلبات ثم يجلس لتنفيذها وبعد أن ينتهى من تنفيذ هذه الكمية يقوم باستقبال كمية أخرى وهكذا .

بعض المسجلات داخل المعالج 8086 تتبع وحدة التنفيذ والبعض الآخر يتبع وحدة المواجهة على حسب وظيفة كل مسجل من هذه المسجلات حيث يجب أن نتوقع أن جميع المسجلات العامة AX, BX, CX, DX ومسجل الأعلام والمسجلات SP, BP, SI, DI كلها تتبع وحدة التنفيذ وأما المسجلات CS, DS, SS, ES ومؤشر الأوامر IP فتتبع وحدة المواجهة تبعاً لوظيفة كل منها كما سنرى . على ضوء ما ذكرنا فى المقدمة عن الفرق بين المعالجات 8086 و 8088 فإننا يجب أن نتوقع أن وحدة التنفيذ EU فى كل من المعالجات ستكون نفسها تماماً وأما وحدة المواجهة BIU فستختلف فى المعالج 8086 عنها فى المعالج 8088 حيث أنها فى الأول ستتعامل مع مسار بيانات 16 بت بينما ستتعامل مع مسار بيانات 8 بتات فى المعالج الثانى وهذا هو وجه الاختلاف الأساسى بينهما .

14-3-1 المسجلات عامة الأغراض

يحتوى المعالج 8086 على أربع مسجلات عامة الأغراض كل منها 16 بتاً وهى المسجلات AX, BX, CX, DX . كل واحد من هذه المسجلات يمكن التعامل معها على أنها مسجلين كل منهم 8 بتات أو مسجل واحد 16 بت . فى حالة التعامل معها على أنها مسجلات 8 بتات فإن النصف الأدنى أو ذو القيمة الصغرى Low significant half يرمز له دائماً بالرموز التالية BL, CL, DL, AL أما النصف الأعلى أو ذو القيمة العليا High significant half فيرمز له دائماً بالرموز التالية AH, BH, CH, DH . لذلك عند وضع معلومة من 16 بت مثل الرقم C351H فى المسجل BX مثلاً فإن النصف الأعلى من المعلومة وهو C3 يوضع فى النصف الأعلى من المسجل وهو BH وأما النصف الأدنى من المعلومة وهو 51 فيوضع فى النصف الأدنى من المسجل وهو BL . فيما يلى سنلقى نظرة سريعة على وظيفة كل مسجل من هذه المسجلات :

المسجل AX

المسجل AX هو المرمك accumulator وكما سنرى عند دراستنا للغة الأسمبلى للمعالج 8086 فإن المرمك لن تكون له نفس الأهمية التى رأيناها عند دراستنا للمعالجات 8 بت ، حيث هنا سنرى أنه يمكن إجراء أى عملية حسابية أو منطقية على أى مسجلين مع بعضهما البعض وليس من الضرورى أن يكون المرمك واحد منهما ، كما أن نتيجة هذه العملية تكون دائما فى المسجل الأول فى الأمر ، فمثلا الأوامر التالية كلها صحيحة :

ADD AX, BX

حيث سيجمع محتويات المسجل AX مع المسجل BX ويضع النتيجة فى المسجل AX الذى هو المرمك .

ADD CX, BX

حيث سيجمع محتويات المسجل CX مع المسجل BX ويضع النتيجة فى المسجل CX ، وهكذا . هذا ولا زالت عمليات الإدخال والإخراج باستخدام الأمرين IN و OUT تتم عن طريق المرمك كما هو الحال فى المعالجات 8 بت ولكن بإمكانيات أكثر وكفاءة أحسن كما سنرى عند الدراسة التفصيلية لهذه الأوامر .

المسجل BX

إن المسجل BX بجانب كونه أحد المسجلات العامة التى تستخدم فى كل أغراض البرمجة مثل العمليات الحسابية والمنطقية وعمليات الإزاحة والدوران وغيرها فإن له وظيفة أخرى محددة وخاصة به عند تنفيذ بعض الأوامر مثل الأمر XLAT والذى ينشئ جدولا فى الذاكرة أول عنوان فيه هو الموجود فى المسجل BX وتتكون عناصر هذا الجدول بتخزين محتويات النصف الأدنى من المرمك AL فى عناوين متتالية فى الذاكرة تتكون بجمع محتويات المسجل AL مع محتويات المسجل BX كما سنرى عند شرح أوامر لغة الأسمبلى فيما بعد . لذلك فإن المسجل BX يحتوى عنوان البداية أو القاعدة Base للجدول الذى يتكون بالأمر XLAT . كما أن المسجل BX يستخدم فى أغراض العنوان غير المباشرة حيث يمكن وضع العنوان المراد التعامل معه فى ذاكرة البيانات فيه .

المسجل CX

المسجل CX أيضا بجانب كونه أحد المسجلات العامة مثل المسجلين AX, BX فإن له أيضا مهمة محددة خاصة به عند تنفيذ بعض الأوامر . فمثلا عند تنفيذ الأمر LOOP والذى ينفذ حلقة أو مجموعة من الأوامر عدة مرات فإن عدد المرات المراد تنفيذها لهذه الحلقة يوضع فى المسجل CX . أى أنه عداد أو Counter للحلقات عند تنفيذ الأمر LOOP .

المسجل DX

هذا المسجل أيضا بجانب كونه أحد المسجلات العامة فله أيضا وظيفة محددة عند تنفيذ بعض الأوامر ، فعند تنفيذ أمر ضرب رقمين كل منهما 16 بت فإن النصف الأعلى most significant part من النتيجة يوضع في هذا المسجل (لاحظ أن النتيجة ستكون 32 بت) . كذلك عند تنفيذ بعض أوامر الإدخال والإخراج فإن المسجل DX يوضع به عنوان البوابة المراد الإخراج عليها أو الإدخال منها . أى أن هذا المسجل DX أحد وظائفه الخاصة هى أنه يحتوى جزء من البيانات عند تنفيذ أوامر ضرب أو قسمة رقمين كل منهما 16 بتا . وعلى ذلك فإن الأربع مسجلات السابقة لها أسماء كما رأينا تطابق الرموز التى أطلقت عليها والوظيفة الخاصة المنوطة بكل واحد من هذه المسجلات والتى سنعدها كما يلى:

Accumulator	AX	المركم
Base	BX	القاعدة
Counter	CX	العداد
Data	DX	البيانات

هناك أيضا مجموعة من المسجلات التى يمكن أن تدخل ضمن مجموعة المسجلات العامة حيث أنها تكون تحت تصرف المبرمج ولكنها لها وظيفة محددة أيضا فى عمليات البرمجة فهى تستخدم إما للإشارة إلى أماكن محددة فى الذاكرة Pointer أو تستخدم فى الفهرسة Index عند التعامل مع الذاكرة بهذه الطريقة . هذه المسجلات هى كالتالى :

مؤشر المكدة أو المسجل Stack Pointer, SP

المكدسة stack هى جزء مقطوع من الذاكرة يخزن فيه عادة البيانات المهمة قبل القفز من البرنامج الأساسى إلى برنامج فرعى أو برنامج مقاطعة والتى سستكون هناك حاجة إليها عند العودة مرة ثانية إلى البرنامج الأساسى بعد إنهاء البرنامج الفرعى (انظر فصل البرامج الفرعية) أو الانتهاء من خدمة المقاطعة (انظر فصل المقاطعة) . من أهم هذه البيانات مثلا محتويات مؤشر الأوامر IP حتى يتسنى لنا العودة لنفس المكان الذى خرجنا منه فى البرنامج الأساسى وكذلك محتويات أى مسجل آخر قد نخاف من ضياعها أو تغييرها عند الخروج من البرنامج الأساسى مثل مسجل الأعلام والمركم . هذه البيانات تخزن فى المكدة بالترتيب ويتم استدعاؤها بنفس الترتيب على أساس أن آخر ما تم تخزينه يكون أول ما يتم استدعاؤه (Last In First Out (LIFO) ولكى نعرف حدود هذه المكدة فإن مسجل مؤشر المكدة (SP) Stack Pointer يحتوى عنوان آخر مكان تم التخزين فيه فى هذه المكدة .

مسجل مؤشر القاعدة Base Pointer, BP

أحد المسجلات العامة التي تستخدم لعنونة أو للإشارة على بداية مجموعة بيانات أو طابور array بيانات موجود في المكدة stack .

مسجلي الفهرسة SI, DI

يستخدمان في عملية العنونة غير المباشرة (المفهرسة) في الذاكرة indirect addressing كما سنرى عند دراسة طرق العنونة المختلفة .

2-3-14 المسجلات الخاصة

المسجلات الخاصة الموجودة في المعالج 8086/8088 هي مسجل مؤشر الأوامر Instruction Pointer (IP) وأربع مسجلات خاصة بتجزئ الذاكرة سنطلق عليها اسم مسجلات التجزئ memory segmentation registers . عدد هذه المسجلات أربعة وهي : ES, SS, DS, CS . لكي نأخذ فكرة عن وظيفة هذه المسجلات ، لابد أن نعرف أولا ما هو المقصود بتجزئ الذاكرة ؟ ولماذا يتم تجزئ الذاكرة ؟

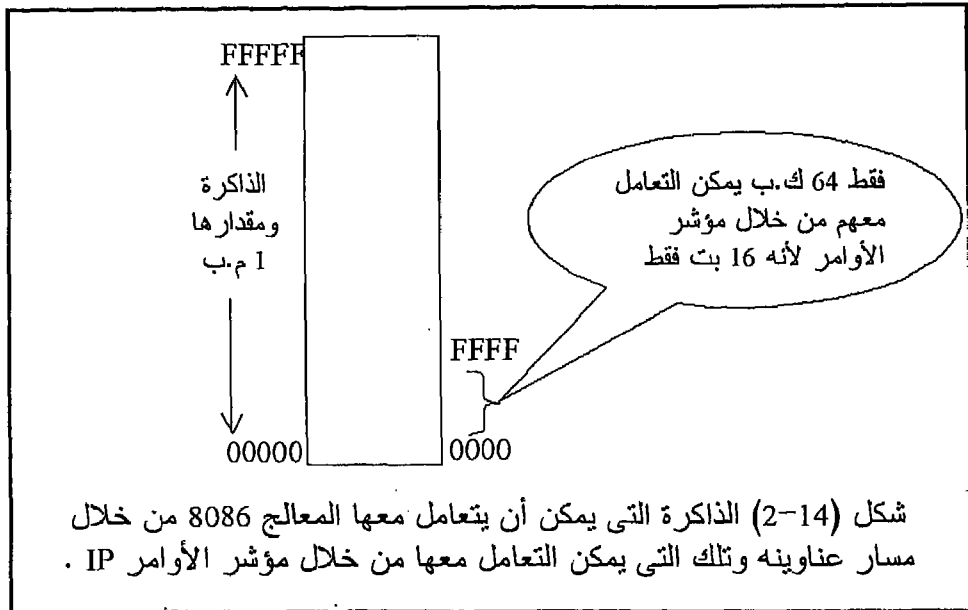
Memory segmentation 4-14 تجزئ الذاكرة

مسار العنوانين في المعالج 8086/8088 يحتوي 20 بت أو بمعنى آخر يتكون من 20 خطا وهذا يعني أن هذا المعالج يستطيع التعامل مع ذاكرة مقدارها 2^{20} أو 1048576 بايت أو اختصارا تكتب 1 ميجابايت (1 م.ب) . هذا يعني أننا نستطيع مثلا أن نكتب أى برنامج في خلال هذا المدى من الذاكرة والذي يبلغ 1 م.ب كمل ذكرنا وعلى المعالج أن يحضر أوامر هذا البرنامج من الذاكرة وينفذها بالتتابع بلا أدنى مشاكل . إن هناك مشكلة صعبة تعوق المعالج من إمكانية إحضار الأوامر من الذاكرة بهذه السهولة وذلك لأن عداد البرنامج أو مؤشر الأوامر IP كما أسميناه هنا يحتوي على 16 بت فقط ، وكما نعلم أن مهمة المسجل IP هي أنه يحتوى عنوان الأمر الذى عليه الدور في التنفيذ ، وهذا يعنى بالتالى أن أى أمر يقع فى الذاكرة خارج المدى العنوانى صفر إلى 64 ك.ب لن يستطيع المعالج إحضاره لأن مؤشر الأوامر IP يتكون من 16 بت فقط مما يعنى أن المدى العنوانى الذى يستطيع المعالج التعامل معه من خلال هذا المسجل هو صفر إلى 2^{16} أى 65536 بايت فى الذاكرة . فما هو الحل لهذه المشكلة ونحن نريد كتابة البرامج فى أى مكان فى الذاكرة التى يبلغ مداها 1 م.ب وليس فقط فى أول 64 ك.ب؟ شكل (2-14) يبين المدى العنوانى للمعالج 8086 على ضوء

عدد خطوط مسار العناوين ، والمدى العنواين الذى يمكن التعامل معه من خلال المسجل IP .

إن حل هذه المشكلة جاء من خلال استخدام فكرة زكية تمكنك كمبرمج من التعامل مع كل المدى العنواين للذاكرة الذى يبلغ 1 م.ب بالرغم من استعمال مسجلات 16 بت فقط وكان ذلك من خلال استخدام أربع مسجلات سميت بمسجلات تجزىء الذاكرة memory segmentation registers وكل منها 16 بت ويرمز لها بالرموز التالية CS, DS, SS, ES وهذه الرموز لها دلالات تتطابق مع وظيفة كل مسجل سنعرفها بعد قليل .

كل واحد من هذه المسجلات ، مسجلات التجزىء ، يحتوى عنوان من 16 بت ولكن الطريف هنا أن هذه 16 بت تقابل أعلى 16 بت من مسار العنواين أى A4 إلى A19 وليس أول 16 بت A0 إلى A15 . أى أن محتويات أى واحد من هذه المسجلات لن تمثل عنوانا حقيقيا فى الذاكرة إلا بعد إزاحتها ناحية اليسار بمقدار 4 بت أى بمقدار خانة ستعشرية أو بضربها فى الرقم 16 ضربا عشريا للحصول على عنوان من 20 بت .



فمثلا بافتراض أن المسجل CS محتوياته كالتالى : CS=0800H فإن العنوان الفعلى المقابل لهذه المحتويات هو 08000H بإضافة 0H ناحية اليمين أى بإزاحة الرقم 4 بتات ناحية اليسار أو بضربه فى الرقم 16 ضربا عشريا . وكذلك إذا كانت محتويات المسجل DS كالتالى : DS=12F5H فإن العنوان الفعلى المقابل

لهذه المحتويات هو 12F50H في الذاكرة . هنا يظهر سؤال مهم وهو كيف يتم إحضار الأوامر من الذاكرة باستخدام مؤشر الأوامر IP الذى يتكون هو الآخر من 16 بت فقط ؟ وهل هذا المسجل له علاقة بمسجلات التجزى ؟
 بفرض أن محتويات مسجل التجزى CS هى CS=12F0H ، وأن محتويات مؤشر الأوامر IP هى IP=001BH فما هو العنوان الحقيقى فى الذاكرة للأمر الذى عليه الدور فى التنفيذ ؟ يتحدد هذا العنوان بعد أن يقوم المعالج بإجراء الخطوتين التاليتين :

1- محتويات مسجل التجزى CS تتم إزاحتها ناحية اليسار بمقدار 4 بت فتصبح المحتويات الجديدة هى :

CS=12F00H

2- تجمع محتويات مؤشر الأوامر مع محتويات المسجل CS بعد الإزاحة فيتكون لدينا العنوان الحقيقى كالتالى :

$$\begin{array}{r} CS = 12F00H \\ IP = 001BH + \\ \hline 12F1BH \end{array} \quad \text{العنوان الحقيقى فى الذاكرة هو}$$

أى أن الأمر الذى عليه الدور فى التنفيذ سيكون موجودا فى الذاكرة فى العنوان 12F1BH (20بت) كما رأينا فى المثال السابق . من ذلك نفهم حقيقة مهمة جدا وهى أن مؤشر الأوامر يشير أو يحدد عنوان فى الذاكرة منسوباً أو محسوباً بمحتويات المسجل CS . ولنضرب لذلك المثال التوضيحي التالى : افترض أن لدينا سيارة هنا فى القاهرة وأقصى ما تستطيع أن تفعله هذه السيارة هو السير فى دائرة نصف قطرها 5 كيلومتر لتوزيع الحليب مثلاً ، هذه هى مقدرتها ! ... فهل تستطيع هذه السيارة أن توزع الحليب فى لندن ؟ نعم تستطيع إذا نقلناها إلى لندن بالطائرة ! إن هذه السيارة تقابل مؤشر الأوامر الذى يحتوى فقط 16 بت ولا يستطيع التعامل إلا مع 64 كيلو بايت فقط ولكن هذه 64 كيلو بايت تتحدد بدايتها بمحتويات المسجل CS بعد إزاحتها ، وبذلك فإن مؤشر الأوامر يستطيع جلب أى أمر من أى مكان فى الذاكرة التى تبلغ 1 ميجابايت بعد جمع محتوياته مع محتويات المسجل CS التى تمت إزاحتها لليسر ، تماماً مثل السيارة التى تستطيع أن توزع الحليب فى أى مكان فى العالم بعد نقلها بالطائرة للمكان المطلوب . لذلك فإنه فى بداية أى برنامج لابد من تحميل المسجل CS بالعنوان الذى نرغب فى كتابة البرنامج ابتداء منه وهذا العنوان بالطبع يكون فى أى مكان خلال الذاكرة التى تبلغ 1 ميجابايت . هنا يظهر سؤال وهو : لماذا يرتبط مؤشر الأوامر IP بالمسجل CS بالذات ولم يرتبط بأى واحد آخر من مسجلات

التجزىء مثل المسجل DS أو SS مثلا ؟ إن ذلك يرجع إلى الوظيفة المحددة لكل واحد من هذه المسجلات والتي نبينها فيما يلي :

14-4-1 مسجل تجزىء البرامج Code Segment register, CS

يحتوى هذا المسجل عنوان بداية جزء من الذاكرة يبلغ 64 كيلو بايت يخصص لكتابة شفرات البرامج فيه فقط ، ولذلك فإن مؤشر الأوامر يرتبط دائما بهذا المسجل لأن مؤشر الأوامر يشير على عنوان الأمر الذى عليه الدور فى التنفيذ ولا بد أن الأمر يقع فى هذا الجزء من الذاكرة ، ويتحدد العنوان الحقيقى للأمر كما ذكرنا بإضافة محتويات مؤشر الأوامر مع محتويات المسجل CS بعد إزاحتها 4 بت ناحية اليسار . يمكن أن تتغير محتويات المسجل CS فى أثناء تنفيذ البرنامج مع أوامر القفز أو النداء على البرامج الفرعية وذلك فى حالات خاصة سيأتى شرحها بعد ذلك .

14-4-2 مسجل تجزىء البيانات Data Segment register, DS

يحتوى هذا المسجل على عنوان بداية جزء من الذاكرة يبلغ 64 كيلو بايت أيضا وهذا الجزء يحتوى جميع البيانات التى يتعامل معها أو يحتاجها البرنامج ، تتم عنوانة هذه البيانات بإضافة محتويات المسجل DS بعد إزاحتها لليسار 4 بت مع محتويات أى واحد من المسجلات DX أو BX أو SI أو DI كما سنرى عند دراستنا لطرق العنوانة .

14-4-3 مسجل تجزىء المكدة Stack Segment register, SS

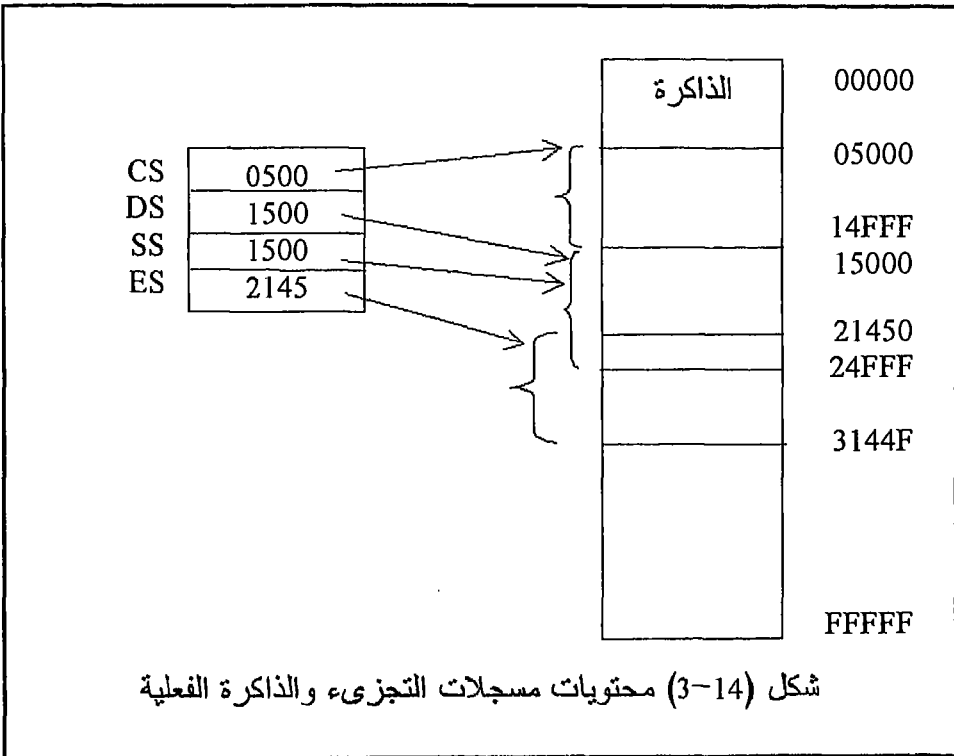
يحتوى هذا المسجل عنوان بداية جزء من الذاكرة يبلغ 64 كيلو بايت يستعملها المعالج كمكدسة . تستخدم المكدة لتخزين البيانات والعناوين الضرورية عند القفز إلى البرامج الفرعية أو القفز إلى برنامج لخدمة مقاطعة حيث من شأن هذه البيانات والعناوين التى تخزن فى المكدة أن تساعد المعالج على الرجوع إلى نفس المكان الذى تم القفز منه فى البرنامج الأساسى واسترجاع القيم الحقيقية لجميع المسجلات التى كانت موجودة قبل القفز بحيث يرجع المعالج إلى تنفيذ البرنامج الأساسى من حيث انتهى قبل القفز تماما دون خوف من تغير سير البرنامج بسبب فقد محتويات أحد المسجلات . يتم سحب البيانات من المكدة على أساس أن آخر ما تم تسجيله يكون هو أول ما يتم سحبه أى أن آخر بايت تم تخزينها تكون أول بايت يتم سحبها Last In First Out, LIFO . تتم عملية السحب والإضافة فى المكدة وبالتتابع الذى أشرنا إليه بمساعدة مسجل مؤشر المكدة Stack Pointer, SP حيث يحتوى هذا المسجل الذى يتكون من 16 بت على عنوان آخر مكان فى المكدة تم التخزين فيه وبالطبع فإن مقدار المكدة يتحدد ب 64 كيلو بايت كما ذكرنا . يتم تحديد العنوان الفعلى أو الحقيقى داخل هذا الجزء من الذاكرة (المكدسة) عن طريق إزاحة محتويات مسجل تجزىء

المكدسة SS ناحية اليسار بمقدار 4 بتات ثم إضافة محتويات مؤشر المكدسة إليها.

14-4-4 مسجل التجزىء الإضافى Extra Segment register, ES

يحتوى هذا المسجل على عنوان بداية جزء من الذاكرة يبلغ 64 كيلو بايت تستخدم لتخزين البيانات أيضا وبالذات سلاسل الحروف strings . يتحدد العنوان الحقيقى أو الفعلى لأى معلومة داخل هذا الجزء بإزاحة محتويات مسجل التجزىء ES ناحية اليسار بمقدار 4 بتات ثم يضاف إليه محتويات أى من المسجلين DI أو SI على حسب الأمر الذى يتم تنفيذه .

شكل (14-3) يبين محتويات مقترحة لكل واحد من مسجلات التجزىء والمساحة الفعلية التى يشغلها الجزء المقابل لكل مسجل على خريطة الذاكرة . نلاحظ من شكل (3ب) أن هذه الأجزاء يمكن أن تتداخل مع بعضها البعض ، بل ويمكن أن تشغل كلها نفس الجزء من خريطة الذاكرة .



14-4-5 مسجل الأعلام أو مسجل الحالة Status Register, SR

يحتوى هذا المسجل على 16 بت مستخدم منها 9 بتات فقط كأعلام وباقى بتات المسجل غير مستخدمه . إن كل بت أو علم من هذه الأعلام يعكس حالة معينة

من حالات نتيجة آخر عملية أو منطقية قام المعالج بتنفيذها . وفيما يلي نقدم هذه الأعلام والحالة التي يعكسها أو يبينها ومتى يكون كل علم صفرا ومتى يكون واحدا على ضوء هذه النتيجة (سبق شرح معظم هذه الأعلام ولكن لا مانع من مراجعة سريعة لوظائفها) .

1- علم الحمل Carry flag, CF

إذا حصل حمل أو استلاف من أو إلى آخر بت نتيجة إجراء أى عملية حسابية أو منطقية فإن علم الحمل يصبح واحدا ، ويكون صفرا فيما عدا ذلك . يتأثر هذا العلم أيضا ببعض أوامر الإزاحة والدوران .

2- علم الباريتى Parity flag, PF

إذا احتوت نتيجة آخر عملية أو منطقية نفذها المعالج على عدد زوجي من الواحيد فإن علم الباريتى يصبح واحدا ، أما إذا احتوت النتيجة على عدد فردي من الواحيد فإن هذا العلم يصبح صفرا .

3- علم الحمل النصفى Half carry flag, HF

يكون هذا العلم واحدا إذا حصل هناك حمل أو استلاف من أو إلى البت الثالثة (منتصف البايت) عند إجراء أى عملية حسابية أو منطقية . لاحظ أننا نعد البتات فى أى بايت ابتداء من الصفر ، أى البت رقم صفر ورقم واحد وهكذا .

4- علم الصفر Zero flag, ZF

يكون هذا العلم واحدا إذا كانت نتيجة آخر عملية حسابية أو منطقية نفذها المعالج تساوى صفرا ، ويكون هذا العلم صفرا إذا كانت النتيجة تختلف عن الصفر .

5- علم الإشارة Sign flag, SF

يوضح هذا العلم إشارة نتيجة آخر عملية حسابية أو منطقية نفذها المعالج ، فإذا كانت هذه النتيجة سالبة يكون هذا العلم واحدا وإذا كانت هذه النتيجة موجبة فإن هذا العلم يكون صفرا . لاحظ أن المعالج يعتبر النتيجة سالبة إذا كانت آخر بت فيها تساوى واحدا ويعتبر النتيجة موجبة إذا كانت آخر بت تساوى صفرا . من ذلك نقول أن علم الإشارة يساوى دائما آخر بت فى النتيجة .

6- علم الفخ أو المصيدة Trap flag, TF

هذا العلم لا يعكس نتيجة عملية نفذها المعالج ولكنه حينما يكون واحد فإن المعالج ينفذ البرنامج خطوة بخطوة وحينما يكون صفر فإنه ينفذها بالطريقة المعتادة .

7- علم تنشيط المقاطعة Interrupt enable flag, IF

لكي يمكن مقاطعة المعالج 8088/8086 فإنه يتم إعطاؤه إشارة على طرف طلب المقاطعة INTR (الطرف 18 فى شريحة المعالج) ولكن هذه المقاطعة لن يقبلها المعالج إلا إذا كان علم المقاطعة IF فعال أى يساوى واحدا هو الآخر .

8- علم الاتجاه DF, Direction flag

هناك بعض الأوامر الخاصة بالتعامل مع سلاسل الحروف character strings من خلال المسجلين SI, DI حيث يزداد واحد أو ينقص واحد من محتويات هذين المسجلين ليشير إلى مكان معين في هذه السلسلة . يبين علم الاتجاه DF إذا كان سيكون هناك زيادة أم سيكون هناك نقص بمقدار واحد على محتويات هذين المسجلين . إذا كان $DF=1$ فإن ذلك يعنى أنه سيكون هناك زيادة بمقدار واحد على محتويات هذين المسجلين ، وبالعكس إذا كان $DF=0$ فإن ذلك يعنى أنه سيكون هناك إنقاص بمقدار واحد على هذه المحتويات .

9- علم الفيضان OF, Overflow flag

يبين هذا العلم إذا كان هناك فيضان حسابي في نتيجة أى عملية حسابية مثل الجمع والطرح أم لا . فمثلا في حالة جمع الرقم 7FH الذى يساوى $(127+)$ مع الرقم $(1H)$ فإن النتيجة تكون 80H والتي تعتبر سالبة بعد أخذ المتمم الثنائى لها وتساوى $(128-)$ ، ولأن الرقم $(128-)$ يعتبر غير صحيح لأن أى رقم سالب يجب ألا يتعدى $(127-)$ فإن علم الفيضان يكون واحد . وعلى ذلك فإن هذا العلم يكون صفرا طالما لم يكن هناك فيضان في النتيجة .

127	7FH
001 +	+01H
128-	80H

14-5 طرق العنوان

Addressing modes

في أثناء تنفيذ المعالج لأى برنامج فإنه ينقل بيانات من مسجل إلى مسجل آخر أو من مسجل إلى مكان ما فى الذاكرة أو من مكان ما فى الذاكرة إلى أى مسجل داخل المعالج نفسه . هناك طرق مختلفة يمكن استخدامها لكى يتم ذلك وهذه الطرق المختلفة يجب أن يلم بها أى مبرمج حتى يكون برنامجه ذو كفاءة عالية . سنقدم فى هذا الجزء شرحا مفصلا لهذه الطرق المختلفة من خلال استخدام الأمر MOV كمثال تطبيقي . يقوم الأمر MOV بنقل معلومة من مكان (المصدر) وهذا المصدر يكون إما مسجل داخل المعالج نفسه أو بايت من بايتات الذاكرة إلى مكان آخر (الهدف) وهذا الهدف أيضا يكون إما مسجل أو مكان فى الذاكرة . الصورة العامة لهذا الأمر هي :

MOV destination, source

حيث تنتقل المعلومة من المصدر إلى الهدف وكمثال على ذلك الأمر التالى :

MOV AX,BX

حيث تنتقل محتويات المسجل BX إلى المسجل AX وهو المركب . نلاحظ أنه دائما يكتب مصدر المعلومة بعد الفاصلة من ناحية اليمين وأما الهدف الذى ستنقل إليه المعلومة فيكتب بجانب الأمر MOV وقبل الفاصلة .

14-5-1 عنونة المسجل Register addressing mode

تستخدم هذه الطريقة لنقل معلومة (بايت أو كلمة ، والكلمة 2 بايت) من مسجل إلى مسجل آخر ، أى أن مصدر المعلومة يكون مسجلا وكذلك الهدف . وهذه الطريقة تعتبر أسرع الطرق لنقل معلومة من مكان إلى مكان حيث كل من مصدر وهدف المعلومة يكون مسجلا داخل المعالج نفسه ولا يتعامل المعالج مع الذاكرة على الإطلاق . كمثال على ذلك الأمران :

MOV CX,AX

الذى ينقل محتويات المسجل AX (16بت) إلى المسجل CX (16بت أيضا) .

MOV AH,AL

الذى ينقل محتويات النصف الأول AL من المسجل AX إلى النصف الثانى AH فى المسجل نفسه .

من المهم جدا هنا أن نلاحظ أحجام المسجلات التى نتعامل معها ، فلا يصح مثلا أن ننقل محتويات مسجل 8 بت إلى مسجل 16بت أو العكس حيث سيعطى الأسبيل رسالة خطأ على ذلك لأن ذلك غير مسموح . الجدير بالذكر هنا أنه فى مثل هذه الأوامر فإن مسجل المصدر لا تتغير محتوياته ولكن يؤخذ منها نسخة أو صورة وتوضع فى المسجل الهدف . فالأمر MOV CX,AX مثلا يأخذ نسخة من محتويات المسجل AX ويضعها فى المسجل CX دون تغيير فى محتويات المسجل المصدر AX والذى يتغير فقط هو المسجل الهدف CX .

14-5-2 العنونة الفورية Immediate addressing mode

تستخدم هذه الطريقة لنقل معلومة (بايت أو كلمة) موجودة فى الأمر نفسه إلى مسجل من المسجلات . أى أن مصدر المعلومة هنا ليس مسجلا داخل المعالج ولا بايت فى الذاكرة ولكن المعلومة تعتبر ثابت أو قيمة موجودة فى الأمر نفسه وبعد شفرة الأمر مباشرة ، كمثال على ذلك الأمر :

MOV AX, 34F6H

الذى يضع نسخة من الثابت أو الرقم أو المعلومة 34F6H المكونة من 16بت والموجودة فى البرنامج بعد شفرة الأمر MOV فى المسجل AX . لاحظ أن H فى آخر أى رقم تعنى أن هذا الرقم مكتوبا فى النظام الستعشرى . بعض الأسبيل تضع العلامة # أمام الثابت أو المعلومة الفورية ولكنها قليلة ونحن فى

هذا الكتاب لن نتبع ذلك وسنضع أى ثابت بدون هذه العلامة ، فقط سنضع حروف H للدلالة على أن الرقم ستعشرى أو إذا كان الرقم فى النظام العشرى فلن نضع أى علامة .

14-5-3 العنوان المباشرة Direct addressing mode

هنا يتعامل المعالج مع الذاكرة حيث سيرسل لها أو يستقبل منها معلومة ، وعلى ذلك لابد من تحديد عنوان هذه المعلومة . فى العنوان المباشرة يحتوى الأمر نفسه على العنوان المباشر للمعلومة أو الثابت المراد جلبه أو إرساله من أو إلى الذاكرة . تذكر جيدا أن هذا العنوان يحدد نسبة إلى محتويات مسجل التجزىء DS ، فمثلا الأمر `MOV AL,[1234H]` معناه نقل نسخة من محتويات العنوان 1234H فى جزء البيانات إلى المسجل AL . لاحظ أنه بفرض أن محتويات المسجل `DS=2000H` فإن العنوان الفعلى للمعلومة السابقة سيكون 21234H بعد إزاحة محتويات المسجل DS لليسار 4بت كما رأينا مسبقا فى حسابات عناوين الفعلية . إذا كان العنوان الذى سيتم التعامل معه فى جزء البيانات سيتكرر كثيرا فى البرنامج فإنه يمكن فى أول البرنامج إعطاء رمزا لهذا العنوان ثم بعد ذلك يستخدم هذا الرمز للدلالة على هذا العنوان فى أى مكان فى البرنامج . فمثلا يمكن أن نرمز للعنوان 1234H فى المثال السابق بالرمز `NUMBER` باستخدام الأمر `NUMBER EQU 1234H` فى أول البرنامج ، ثم بعد ذلك نستخدم الرمز `NUMBER` للدلالة على هذا العنوان كما فى الأمر `MOV AL,NUMBER` .

14-5-4 العنوان غير المباشرة Indirect addressing

هذه الطريقة من العنوان تسمح بالتعامل مع بيانات موجودة فى الذاكرة حيث العنوان الذى سيتم التعامل معه فى هذه الحالة يكون موجودا فى أحد مسجلات المعالج التالية: `BX, BP, SI, DI` . كمثال على ذلك افترض أن المسجل `BX` يحتوى الرقم 1000H وطلبنا من المعالج تنفيذ الأمر التالى: `MOV AX,[BX]` . فى هذه الحالة سيقوم المعالج بإحضار نسخة من محتويات العنوان 1000H (والذى يليه) ويضعها فى المسجل `AX` . أى أن محتويات المسجل `BX` الموضوع بين قوسين مربعين كما رأينا تمثل عنوان المعلومة وليس المعلومة نفسها ، ففى عدم وجود القوسين سينسخ المعالج محتويات المسجل `BX` ويضعها فى المسجل `AX` كما رأينا فى أول طرق العنوان (عنوان المسجل) . يجب أن نؤكد هنا أن العنوان الفعلى للمعلومة يحسب منسوبا لمحتويات مسجل التجزىء DS بعد إزاحته ناحية اليسار 4بتات كما ذكرنا سالفا ، أى أنه إذا كانت محتويات المسجل `DS=0100H` فإن الأمر السابق سينسخ محتويات العنوان `01000+1000=02000H` والذى يليه ويضعها فى المسجل `AX` . لاحظ أيضا أن

المسجلات BX, SI, DI تعنون عناوين منسوبة إلى مسجل التجزئ DS بينما المسجل BP فيعون عناوين منسوبة لمسجل التجزئ SS . كأمثلة على هذا النوع من العنونة انظر إلى الأوامر التالية :

```
MOV CX,[BX]
MOV [BP],BL
MOV [DI],AH
MOV [DI],[BX] (خطأ)
```

حيث الأمر الأول سينقل محتويات عنوان (والذي يليه) في جزء البيانات أو ذاكرة البيانات data segment المشار إليه بالمسجل BX إلى المسجل CX ، بينما الأمر الثاني سينقل محتويات النصف الأول من المسجل BX إلى عنوان مشار إليه بالمسجل BP ويقع في جزء المكعدة . الأمر الثالث سينقل النصف العلوى من المسجل AX إلى عنوان مشار إليه بالمسجل DI ويقع في جزء البيانات ، أما الأمر الرابع فغير مسموح به لأنه ينقل من ذاكرة إلى ذاكرة وهذا النوع من العنونة غير مسموح به إلا في حالات خاصة جدا مع بعض أوامر سلاسل الحروف .

14-5-5 عنونة القاعدة زائد الفهرسة Base plus index addressing

تعتبر هذه الطريقة من العنونة بمثابة عنونة غير مباشرة ولكن طريقة تكوين أو الحصول على العنوان تختلف عن الطريقة السابقة . هنا المسجلين BX و BP يستخدمان كقاعدة base أو كبدائية لمجموعة أو صف أو مرصوصة array من العناوين حيث BX تستخدم في حالة وجود مرصوصة البيانات في جزء البيانات و BP تستخدم في حالة وجود مرصوصة البيانات في جزء المكعدة . في هذا النوع من العنونة يتكون العنوان بجمع محتويات واحدة من مسجلات القاعدة BX أو BP مع محتويات واحد من مسجلات الفهرسة SI أو DI . يوضح ذلك المثال التالي :

```
MOV DL,[BX+DI]
```

حيث سينسخ المعالج محتويات العنوان المكون من جمع محتويات المسجلين BX و DI ويضعها في النصف الأول من المسجل DX .

14-5-6 العنونة النسبية Relative addressing mode

هذا النوع من العنونة يختلف اختلافا بسيطا عن عنونة القاعدة زائد الفهرسة الذي تم شرحه سابقا حيث هنا يتم تحديد عنوان الذاكرة المراد التعامل معه عن طريق

جمع محتويات أحد المسجلات BX, BP, SI, DI مع إزاحة تعطى فى الأمر نفسه كما فى المثال التالى :

```
MOV AX,[BX+1000]
```

حيث هنا سيتم عنوان العنوان المحدد بجمع محتويات المسجل BX مع الرقم 1000H وهذا العنوان سيكون فى جزء البيانات من الذاكرة المحدد بمحتويات المسجل DS . جدول 1-14 يبين طرق العنوان السابقة مع مثال لكل طريقة ، حيث يمكنك مراجعته على ضوء ما سبق وبتأنى حتى يمكنك فهم هذه الطرق .

14-6 تمارين

1. ما هى المسجلات ذات 8 بت التى يمكن التعامل معها من خلال الأوامر للمعالج 8086/8088 ؟
2. قارن بين المعالجات 4 و 8 و 16 و 32 من حيث سرعة التنفيذ إذا تساوت كل العوامل الأخرى ؟
3. ما هى وحدة التنفيذ ووحدة مواجهة المسارات فى المعالجين 8086/8088 ؟ وما أثرهما على أداء المعالج ؟ وما هو الفرق بين كل وحدة فى كل من المعالجين ؟
4. ما هو طابور الإحضار Prefetch Queue ؟ وما هو تأثيره على أداء المعالج ؟ وكم عدد البايتات فيها فى كل من المعالج 8086 و 8088 ؟
5. ما هى المسجلات ذات 16 بت ، والمسجلات ذات 8 بت التى يمكن التعامل معها من خلال الأوامر للمعالج 8086/8088 ؟
6. لماذا يطلق على المسجل CX مسجل العد Count register ؟ والمسجل DX مسجل البيانات Data register ؟
7. ما هو الخطأ فى أوامر الانتقال التالية:

```
MOV AL,BX
MOV CS,SS
MOV ES,F214H
MOV [BX],[DI]
```

العنوان الفعلي للمعلومة في الذاكرة	الأمـــــر
عنونة مسجل	MOV AL,BL
(10xDS)+temp	MOV AL, temp
عنونة فورية Immediate	MOV AL,55H
(10xSS) + BP	MOV AL,[BP]
(10xDS) + BX	MOV AL,[BX]
(10xDS) + DI	MOV AL,[DI]
(10xDS) + SI	MOV AL,[SI]
(10xSS) + BP + 5	MOV AL,[BP+5]
(10xDS) + BX + 4H	MOV AL,[BX+4H]
(10xDS) + DI - 66H	MOV AL,[DI-66H]
(10xDS) + SI - 400H	MOV AL,[SI-400H]
(10xDS) + temp + BX	MOV AL, temp[BX]
(10xSS) + temp + BP	MOV AL, temp[BP]
(10xDS) + temp + SI	MOV AL, temp[SI]
(10xDS) + temp + DI	MOV AL, temp[DI]
(10xDS) + temp + BX + 10H	MOV AL, temp[BX+10H]
(10xSS) + temp + BP - 23H	MOV AL, temp[BP-23H]
(10xDS) + temp + SI + 50H	MOV AL, temp[SI+50H]
(10xDS) + temp + DI + 80H	MOV AL, temp[DI+80H]
(10xDS) + DI + BX	MOV AL,[BX+DI]
(10xSS) + DI + BP	MOV AL,[BP+DI]
(10xDS) + SI + BX	MOV AL,[BX+SI]
(10xSS) + SI + BP	MOV AL,[BP+SI]
(10xDS) + DI + BX + 8	MOV AL,[BX+DI+8]
(10xSS) + DI + BP - 10H	MOV AL,[BP+DI-10H]
(10xDS) + SI + BX - 7	MOV AL,[BX+SI-7]
(10xSS) + SI + BP + 10H	MOV AL,[BP+SI+10H]
(10xDS) + temp + BX + SI	MOV AL, temp[BX+SI]
(10xSS) + temp + BP + SI	MOV AL, temp[BP+SI]
(10xDS) + temp + BX + DI	MOV AL, temp[BX+DI]
(10xSS) + temp + BP + DI	MOV AL, temp[BP+DI]
(10xDS) + temp + BX + SI + 9	MOV AL, temp[BX+SI+9]
(10xSS) + temp + BP + SI - 10H	MOV AL, temp[BP+SI-10H]
(10xDS) + temp + BX + DI + 200H	MOV AL, temp[BX+DI+200H]
(10xSS) + temp + BP + DI + 1FH	MOV AL, temp[BP+DI+1FH]

8. أكتب أوامر الانتقال التي تقوم بالآتي:

- تحميل المسجل BX بالمعلومة 0F42H
- تحميل العنوان 32000H بالمعلومة 0BH
- تصفير بايتات الذاكرة (أى جعل محتوياتها تساوى صفراً) ابتداء من العنوان 32000H إلى 32050H بالتتابع
- نقل محتويات الذاكرة 32000H حتى 32050H إلى 42000H حتى 42050H

• تحميل المسجلات CS, SS, DS, ES بالعنوان 3200H

9. ما معنى وضع القوسين [] حول أى معامل من معاملات أى أمر ؟

10. ما هو عنوان الذاكرة الذى سيتم التعامل معه فى كل من الأوامر التالية إذا

كانت DS=3200H, BX=0200H, DI=0300H, BP=1000H, SS=2000H و

list=0250H :

- MOV AL,[3200H]
- MOV AL,[BX]
- MOV [DI],AL
- MOV AL,[BX+100]
- MOV AL,[BP+100H]
- MOV AL,[BP+DI]
- MOV AL, list[DI]
- MOV AL, list[100H]
- MOV AL,[BX+DI]

الفصل الخامس عشر

برمجة المعالج

Intel 8086/8088

والمصحح *Debugger*

15-1 مقدمة

سنرى في هذا الفصل الخطوات الأولى في اتجاه كتابة برنامج بسيط بلغة الأسمبلى الخاصة بالمعالج 8086/8088 ، ومن ثم تنفيذه ، كل ذلك من خلال برامج بسيطة نقدمها فقط لفهم منها مكونات برامج لغة الأسمبلى للمعالج 8086 . بعد ذلك يعرض هذا الفصل لمجموعات أوامر هذه اللغة عرضا سريعا الغرض منه هو التعريف بأهم مفردات هذه اللغة . بالطبع سيبقى هناك الكثير من الأوامر الأقل شيوعا ولكنها قد تفيد في الكثير من التطبيقات ولكننا لن نتعرض لها هنا ونحيل القارئ إلى أحد الكتب المتخصصة في لغة التجميع المذكورة في قائمة المراجع في نهاية هذا الكتاب . إن الأمور عادة لا تأتي بكل ما يتمناه المبرمج ، حيث كثيرا ما نجد أن البرنامج يحوي العديد من الأخطاء التي تعوق تنفيذ البرنامج بالصورة المطلوبة . سنرى في هذا الفصل أيضا بإذن الله كيفية استخدام برنامج debugger أو المصحح "ديبجر" لاستخراج هذه الأخطاء والتخلص منها .

15-2 خطوات كتابة وتنفيذ برامج لغة التجميع

1. نبدأ بكتابة برنامج لغة الأسمبلى مستخدمين الأوامر المختلفة لهذه اللغة كما سنرى تباعا بعد ذلك . يجب أن يتضمن البرنامج بعض الأوامر الموجهة للأسمبلر لإخباره عن المتطلبات التي يحتاجها الأسمبلر عند تحويل البرنامج إلى لغة الماكينة . وأول هذه الأوامر هو أمر إخبار الأسمبلر عن مكان وضع البرنامج في الذاكرة مثلا ، وأيضا عن مكان وضع البيانات الناتجة عن البرنامج.

بعد الانتهاء من كتابة البرنامج يجب أن يخزن في ملف file بأي أسم مع مراعاة أن يكون امتداد هذا الملف ASM ، فمثلا يمكن تسمية الملف بأي واحد من الأسماء التالية :

Example.ASM

Test.ASM

2. بعد ذلك يتم استدعاء الأسمبلر وإدخال الملف الذي تمت كتابته في الخطوة 1 عليه ، حيث سيعطينا الأسمبلر نتيجة ذلك ملف جديد بنفس الاسم السابق ولكن بامتداد مختلف ؛ هذا الملف سنسميه ملف الهدف object file وسيكون كالتالي :

example.obj

Test.obj

هذه الصورة من البرنامج تكون مكتوبة في صورة لغة الآلة ، ولكنها ما زالت غير مناسبة للتنفيذ بواسطة المعالج .

3. يتم بعد ذلك إدخال الملف السابق "ملف الهدف" على البرنامج الرابط linker الذي يقوم بتجميع الأجزاء المختلفة للبرنامج ، ووضعه في صورة مناسبة قابلة للتنفيذ executable بواسطة المعالج . هذه الصورة الجديدة للملف ستكون بنفس الاسم ولكن بامتداد جديد وهو .EXE . وذلك كما يلي :

Example .EXE

Test .EXE

بعد الانتهاء من الخطوات الثلاث السابقة يمكن تنفيذ البرنامج ، وكذلك يمكن رؤية خرجه ، فإذا كان الخرج على ما يرام . . نكون قد انتهينا من البرنامج ، أما إذا جاءت النتائج على خلاف ما نتوقع ، فإن ذلك يدل على وجود أخطاء في البرنامج . . فكيف يمكننا إذن الكشف عن هذه الأخطاء والتعامل معها ؟ إن هذا يتم عن طريق استخدام برنامج الديبجر ، وسنرى في هذا الفصل كيفية الدخول في هذا البرنامج واستخدامه . شكل (1-15) يبين رسماً توضيحياً لكتابة برنامج بلغة الأسمبلي ، وخطوات تنفيذه ، وذلك بفرض أن البرنامج تمت كتابته في ملف اسمه Example1.asm .

15-3 مكونات برنامج الأسمبلي

لكي نتعرف على مكونات برنامج لغة الأسمبلي ، سنسوق المثال الأول الذي يكتب الرسالة الآتية " أهلاً يا عرب ، استيقظوا " على الشاشة ، وذلك دون أن ننشغل بتفاصيل البرنامج الآن ، حيث سيرد ذكرها فيما بعد بإذن الله .

مثال 1-15

DOSSEG

.MODEL SMALL

.STACK 100H

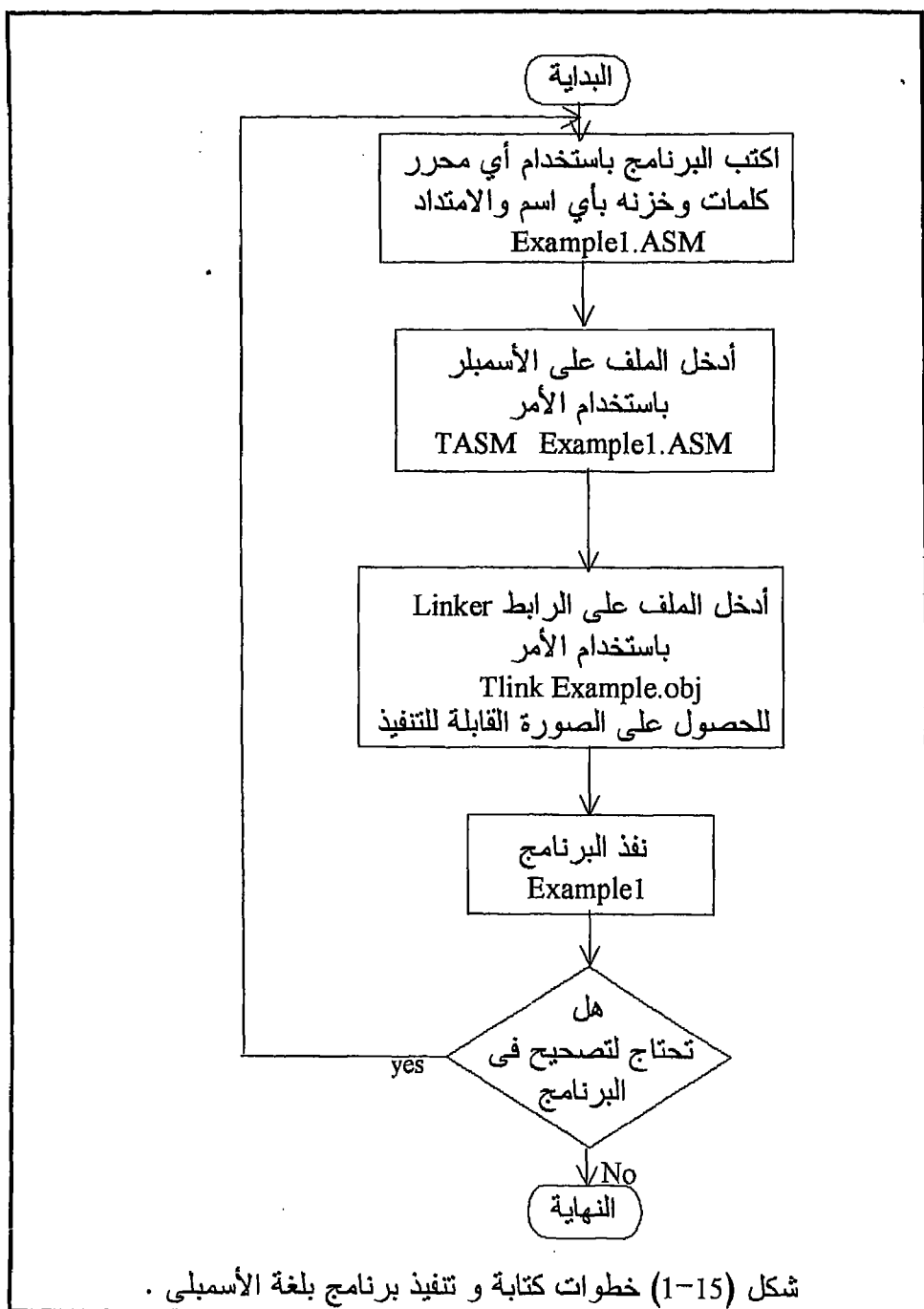
.DATA

message DB ' Hello Arab , woke up ' ,B,10,'\$'

.CODE

mov ax, @data

mov ds,ax ; set ds to the beginning of the data segment



mov ah,9 ; load register ah evith 9

```

mov dx , offset message
int 21h
mov ah , 4ch
int 21h
END

```

من هذا المثال نرى الآتي :

1. وجود مجموعة من الأوامر في أول البرنامج وهي عبارة عن أوامر توجيهية للأسمبلر Assembler directives . هذه الأوامر تخبر الأسمبلر عن حقائق معينة يريد المبرمج أن يأخذها في الاعتبار ، مثل تحديد جزء ذاكرة البيانات data segment ، وجزء ذاكرة البرنامج code segment ، وجزء ذاكرة المكسدة stack segment وكذلك نهاية البرنامج .

2. القسم الثاني من الأوامر هو أوامر لغة الأسمبلي مثل الأوامر mov و add و sub وغيرها ، وكلها عبارة عن أوامر سيقوم الأسمبلر بتحويلها إلى شفرات لغة الآلة و تخزينها في الذاكرة . لاحظ أن الأوامر التوجيهية التي سبق الإشارة إليها لا يتم تحويلها إلى شفرات لأنها ليس لها شفرات أصلا ، وذلك لأنها ليست أوامر قابلة للتنفيذ بواسطة المعالج ، ولكنها مجرد توجيهات للأسمبلر لا يراها المعالج . فيما يلي سنأخذ فكرة موجزة عن أوامر التوجيه الموجودة في البرنلمج السابق ، وهي كما يلي :

1- أمر التوجيه DOSSEG

هذا الأمر هو أول ما يكتب في أي برنامج أسمبلي ، وهذا الأمر يجعل كل أجزاء البرنامج (البيانات و الكود) تتبع نظام الميكروسوفت في التجزيء ، وهذا النظام لا يعنينا هنا في شيء ، ولن ننظر في أية تفاصيل أخرى له طالما أن هذا الأمر يقوم بهذه المهمة . المهم هنا هو أن نبدأ البرنامج بهذا الأمر كما ذكرنا .

2- أمر التوجيه MODEL

يحدد هذا الأمر للأسمبلر موديل الذاكرة الذي سيتم التعامل معه ، حيث تبعا لهذا الموديل سيتحدد ما إذا كانت البيانات التي سيتعامل معها المعالج قريبة ؛ بحيث يتم عنوانتها ب16 بت فقط داخل الجزء الخاص بها ، أم بعيدة فيتم التعامل معها على أساس 32 بت ، 16 منها تحدد العنوان داخل الجزء و 16 أخرى تحدد مكلن أو بداية هذا الجزء . وهناك أكثر من موديل للذاكرة يتعامل معها الأسمبلر كما يلي :

1- الموديل tiny :

في هذا الموديل يكون البرنامج والبيانات موجودة في نفس الجزء حيث الجزء يبلغ 64 ك.ب .

2- الموديل small :

يوجد كود البرنامج في جزء أو مقطع (64 ك.ب) وبيانات البرنامج في جزء آخر منفصل عن الأول ولكن كلا من البرنامج والبيانات لا يتعدى الجزء الموجود فيه .

3- الموديل compact :

يوجد كود البرنامج في جزء معين ، أما بيانات البرنامج فيمكن أن تشغل أكثر من جزء واحد ، ولذلك فإن التعامل مع البيانات في هذه الحالة يكون على أساس أنها بعيدة ويكتب في 32 بت (segment : offset) بالرغم من أن البيانات هنا تشغل أكثر من جزء إلا أنه غير مسموح في هذا الموديل أن يكون لمصفوفة واحدة array أن تخرج خارج حدود هذا الجزء ، أي أن أي مصفوفة لا تتعدى 64 ك.ب .

4- الموديل large :

هنا يمكن لكود البرنامج وبياناته أن يشغل كل منهما أكثر من جزء واحد ، وسيكون التعامل مع العناوين هنا على الأساس البعيد سواء في حالة كود البرنامج أو بياناته . هنا أيضا يجب أن لا يتعدى حجم أي مصفوفة 64 ك.ب .

5- الموديل huge :

وهو يشبه تماما الموديل large في الوقت الحالي . معظم البرامج التي نتعامل معها سواء في هذا المقرر أو في الكثير من التطبيقات الأخرى ، يكون الموديل small مناسباً جداً لها حيث أن البرنامج يكون مخصصاً له 64 ك.ب ، وكذلك 64 ك.ب للبيانات ، وهذا يعتبر كافياً جداً لهذه التطبيقات . ويجب أن نستخدم هذا الموديل كلما أمكن إلا إذا كانت هناك ضرورة لغير ذلك لأن العنونة البعيدة الموجودة في الموديلات 3 ، 4 ، 5 تأخذ وقتاً أطول في التنفيذ . وأخيراً يجب أن يوضع الأمر MODEL . قبل أوامر تحديد الأجزاء المختلفة stack . و data . و code .

3- أمر التوجيه stack.

هذا الأمر يحدد كمية الذاكرة التي سيستخدمها البرنامج كمكدسة . والمكدسة يخزن فيها البرنامج عناوين الرجوع عند النداء على البرامج الفرعية ، أو تنفيذ برامج خدمة المقاطعة . إن 200 كلمة تعتبر مناسبة جداً كمكدسة في الكثير من الأغراض ، حيث يتم تحديد هذه الكمية كما في الأمر التالي :

stack 200h

4- أمر التوجيه code.

هذا الأمر يحدد بداية الجزء الذي سنكتب فيه شفرات أو كود البرنامج . لاحظ أن هذا الأمر ليس له معاملات نكتب بعده كما كان في الأمر 200h . stack ولكن هذا الجزء يبدأ بالأمر code . وينتهي بالأمر END ، وكمثال على ذلك ما يلي :

```
-----  
-----  
.code  
add ax,bx  
sub ax,bx  
mov cx,100  
-----  
-----  
END
```

5- أمر التوجيه DATA.

هذا الأمر يحدد بداية جزء البيانات المستخدمة في البرنامج كما يلي :

```
-----  
-----  
.DATA  
boundary    DW 100  
counter     DW 2  
message     DW ' ** ERROR MESSAGE ** ' , '$'  
-----  
-----
```

6- أمر التوجيه END

بهذا الأمر نتحدد نهاية البرنامج ، وبدون هذا الأمر يعطي الأسملر رسالة خطأ ، لأنه من الضروري أن ينتهي البرنامج بهذا الأمر .

ملحوظة : إن نسيان بعض أوامر التوجيه السابقة يسبب خطأ ، وبعضها يسبب تحذير ، لذلك نؤكد على ضرورة الالتزام بها .
شكل (15-2) يبين الصورة العامة لبرنامج أسمبلى وقد احتوى كل أوامر التوجيه السابقة .

```

DOSSEG
.MODEL SMALL
.STACK 100H
.DATA
DB
DW
-----

```

```

.Code
Your program

```

```

END

```

شكل (15-2) الصورة العامة لبرنامج الأسمبلي .

15-4 أوامر لغة الأسمبلي

لغة الأسمبلي للشرريحة 8088/8086 تحتوى العديد من الأوامر بحيث أنه سيكون من الصعب ومن الممل جدا أن ندرس هذه الأوامر عن طريق سردها الواحد بعد الآخر إلى أن نصل إلى نهايتها بحيث عندما نصل إلى النهاية نكون قد نسينا ما درسناه في البداية . لذلك فقد اخترنا أن نقسم هذه الأوامر إلى مجموعات كما فعلنا عند دراسة لغة الأسمبلي للمعالجات السابقة بحيث ندرس كل مجموعة على حدة مع إعطاء بعض الأمثلة السريعة والتمارين على كل مجموعة ، معتمدين على أن الدارس لديه الخبرة الآن بمعظم أساسيات البرمجة بهذه اللغة .

15-5 مجموعة أوامر الانتقال

Transfer instructions

هذه المجموعة من الأوامر خاصة بنقل البيانات من مكان لآخر دون إجراء أى تعديل أو تغيير عليها . الصورة العامة لهذه الأوامر هي :

```

mov destination, source

```

حيث الكلمة mov هي اختصار لكلمة move بمعنى أنقل أو حرك ، وأمل source فهو مصدر المعلومة ، و destination هو الهدف أو الملجأ الذى تذهب إليه المعلومة . أى أن المعلومة ستنتقل من المصدر إلى الهدف . كل من المصدر

والهدف من الممكن أن يكون مسجلا من مسجلات المعالج أو عنوان من عناوين الذاكرة . كما يمكن أن يكون المصدر معلومة فورية immediate أو ثابت . من أمثلة نقل البيانات بين المسجلات المختلفة ما يلي :

```
mov al,bl ; نقل محتويات المسجل bl (8بت) إلى المسجل al (8بت)
mov ax,cx ; نقل محتويات المسجل cx (16بت) إلى المسجل ax (ت)
mov bp,sp ; نقل محتويات المسجل sp (16بت) إلى المسجل bp (ت)
mov ds,ax
mov di,si
mov bx,es
mov cs,ds ; هذا الأمر خطأ لأنه لا يمكن نقل محتويات مسجل مقطع إلى
; إلى مسجل مقطع آخر
mov bl,ax ; هذا الأمر خطأ لأن المسجلين أحدهما 16 بت والآخر 8 بت
```

جميع الأوامر السابقة كانت تتعامل مع مسجلات فقط سواء كمصدر للمعلومة أو هدف ستذهب إليه المعلومة . هذا هو ما يسمى أحيانا بعنوان المسجلات register addressing حيث لا يكون هناك تعامل مع الذاكرة في طرفي الأمر ، فقط مسجلات . يمكن تحميل أى مسجل بمعلومة فورية immediate data 8 بت أو 16 بت كما فى الأوامر التالية :

```
mov al,03h
هذا الأمر يحمل النصف الأول من مسجل التراكم (8 بت) بالمعلومة الفورية 03h (8 بت) ، حيث الحرف h يعنى أن هذه المعلومة مكتوبة فى النظام الستعشرى .
mov ax,0ff35h
حيث هنا تم تحميل المسجل ax (16بت) بالمعلومة ff35h (16بت) . عادة يوضع صفر قبل أى رقم ستعشرى يبدأ بحرف كما فى المثال السابق .
من المفيد جدا فى الكثير من البرامج أن نرسم لقيمة فورية بأي رمز ثم نستخدم هذا الرمز فى البرنامج بدلا من القيمة الثابتة ، كما فى الأوامر التالية :
```

```
kkk equ 33h
.....
mov al,kkk
equ هو أمر توجيه جديد موجه للأسمبلر بإعطاء القيمة 33h للرمز kkk حيث يقوم الأسمبلر باستبدال الرمز kkk بقيمته عند كل موضع يظهر فيه هذا الرمز فى البرنامج .
```

مثال 15-2

أكتب برنامج يحمل المسجلات ah, al, bh, bl, ch, cl, dh بالقيم 00, 01, 02, 03, 04, 05, 06 على الترتيب ثم يقوم بعمل إزاحة دورانية على محتويات هذه المسجلات . هذا المثال تم تناوله مع كل المعالجات 8 بت ولذلك سنقدم البرنامج مباشرة كالتالي :

```
dosseg
.model small
.stack 100h
.data
.code
mov ah,00
mov al,01h
mov bh,02h
mov bl,03h
mov ch,04h
mov cl,05h
mov dh,06h
mov dl,dh
mov dh,cl
mov cl,ch
mov ch,bl
mov bl,bh
mov bh,al
mov al,ah
mov ah,dl
end
```

بعد كتابة هذا البرنامج سجله في ملف اسمه example1.asm وبعد ذلك استدعى الأسمبلر وأدخل عليه البرنامج باستخدام الأمر :

Tasm example1

للحصول على برنامج الهدف example1.obj . بعد ذلك استدعى برنامج التوصليل tlinker للحصول على الصورة القابلة للتنفيذ للبرنامج كما يلي :

tlink example1

بالحصول على الصورة القابلة للتنفيذ من البرنامج يمكنك تنفيذه باستخدام الأمر :

example1

حيث سينفذ البرنامج ويرجع الحاسب إلى dos دون أن ترى نتيجة محسوسة للبرنامج لأن مثل هذا البرنامج لا يطبع شيئاً على الشاشة ولا يرسل نتائج إلى الطابعة ، لذلك فلن نحس به لأنه فقط يغير من محتويات المسجلات داخل

المعالج . في مثل هذه الظروف يلعب الديبجر دورا مهما في أنه يمكننا به أن نرى نتيجة تنفيذ البرنامج في المسجلات ، حيث يمكن باستخدام الديبجر أن نفحص كل مسجلات المعالج لنرى محتوياتها بعد تنفيذ البرنامج لنعرف هل تم تنفيذ البرنامج بالطريقة المطلوبة أم لا . بل إنه من مزايا استخدام الديبجر أنه يمكننا تنفيذ البرنامج خطوة بخطوة لنرى نتيجة البرنامج بعد تنفيذ كل أمر ونفحص عند أى لحظة لنعرف هل البرنامج يسير على ما يرام أم لا . وهذه فى الحقيقة تعتبر فائدة عظيمة فى استخراج الأخطاء من البرامج . لذلك سنعرض فى الجزء القادم لكيفية الدخول فى البرنامج من الديبجر واستخدامه لتتبع تنفيذ البرنامج .

15-6 الديبجر Debugger

لكي تدخل فى الديبجر لابد وأن يكون لديك الصورة القابلة للتنفيذ من البرنامج الذى تريد استخراج أخطاؤه أو التعامل معه ، لذلك يمكننا الدخول فى الديبجر بالأمر التالي :

C:\TASM>debug example2.exe

بذلك تدخل فى الديبجر وتظهر لك علامة وجودك فيه حيث يصبح دليل الكتابة Cursor هو الشكل 'ـ'، ويمكنك استخدام أوامره كالتالي :

15-6-1 إظهار محتويات المسجلات بالأمر R

بكتابة الحرف R (أو r لأن لغة الأسبلى ليست حساسة لشكل الحرف) ثم enter تظهر أمامك جميع المسجلات بمحتوياتها كما يلى :

-r

AX=0000 BX=0000 CX=001E DX=0000 SP=0100 BP=0000 SI=0000 DI=000
DS=272C ES=272C SS=273E CS=273C IP=0000 NV UP EI PL NZ NA PO NC

حيث نرى أن محتويات المسجل AX=0000 والمسجل CS=273C وهكذا . يمكنك إظهار محتويات مسجل معين بكتابة اسم المسجل بعد الحرف R حيث تظهر لك محتويات هذا المسجل فقط وفى السطر التالي تظهر العلامة ':'، والتي تتيح لك تغيير محتويات هذا المسجل بكتابة المحتويات الجديدة بعد هذه العلامة ، وإذا لم تريد تغيير هذه المحتويات اضرب enter .

يظهر فى آخر قائمة المسجلات بيان بحالة جميع الأعلام flags الموجودة فى المعالج وحالة كل علم إذا كان واحد أم صفر . جدول (1-15) يبين قائمة بهذه

الأعلام وماذا يكتب فيها إذا كانت صفرا وماذا يكتب فيها إذا كانت واحد .
سندرس معنى هذه الأعلام بالتفصيل عند دراستنا للقفز المشروط .

اسم العلم	العلم مرفوع set to one	العلم غير مرفوع set to zero
Over flow	OV	NV
Direction	DN	UP
Interrupt	EI	DI
Sign	NG	PL
Zero	ZR	NZ
Auxiliary	AC	NA
Parity	PE	PO
Carry	CY	NC

جدول (1-15) بيان بحالة الأعلام التي يظهرها الديبجر

15-6-2 عرض أوامر الأسمبلى ابتداء من عنوان معين Un

تحتوى الذاكرة الشفرات الثنائية لأوامر البرنامج ، وعرض هذه الشفرات الثنائية بنفس حالتها لا يفيد شئ حيث يكون من الصعب فهمها . لذلك فقد أتاح الديبجر إمكانية عرض هذه الأوامر بشفرات الأسمبلى عن طريق كتابة الأمر Un والذي يعنى عرض n من الأوامر ابتداء من العنوان الموجود فى المسجل CS كما يلى:

C:\TASM>debug example2.exe

-r

AX=0000 BX=0000 CX=001E DX=0000 SP=0100 BP=0000 SI=0000 DI=0000

DS=1898 ES=1898 SS=18AA CS=18A8 IP=0000 NV UP EI PL NZ NA PO NC

18A8:0000 B400 MOV AH,00

-u0

18A8:0000 B400 MOV AH,00

18A8:0002 B001 MOV AL,01

18A8:0004 B702 MOV BH,02

18A8:0006 B303 MOV BL,03

18A8:0008 B504 MOV CH,04

18A8:000A B105 MOV CL,05

18A8:000C B606 MOV DH,06

18A8:000E 8AD6 MOV DL,DH

18A8:0010 8AF1 MOV DH,CL

18A8:0012 8ACD MOV CL,CH

18A8:0014 8AEB MOV CH,BL

18A8:0016 8ADF MOV BL,BH

18A8:0018 8AF8 MOV BH,AL

18A8:001A 8AC4 MOV AL,AH

18A8:001C 8AE2 MOV AH,DL

نلاحظ فيما سبق أن محتويات المسجل CS=18A8 ، لذلك تم عرض الأوامر ابتداء من العنوان 0000 نسبة لمحتويات هذا المسجل . بعد العنوان مباشرة ستجد شفرة الأمر الست عشرية ، فمثلا الأمر MOV AH,00 كانت شفرته B400 والأمر MOV AH,DL شفرته هي 8AE2 .

15-6-3 عرض محتويات جزء من الذاكرة بالشفرة الست عشرية

بالأمر Dn

يمكن عرض محتويات جزء معين من الذاكرة بالأمر Dn حيث n هي عنوان البداية التي سيبدأ من عندها عرض المحتويات ، وعنوان البداية يكون هو العنوان الموجود في المسجل DS ، كما يلي :

```
C:\TASM>debug example2.exe
```

```
-r
```

```
AX=0000 BX=0000 CX=001E DX=0000 SP=0100 BP=0000 SI=0000 DI=0000
DS=1898 ES=1898 SS=18AA CS=18A8 IP=0000 NVUP EI PL NZ NA PO NC
18A8:0000 B400 MOV AH,00
```

```
-D0
```

```
1898:0000 CD 20 00 A0 00 9A F0 FE-1D F0 4F 03 FD 11 8A 03.....
```

```
1898:0010 FD 11 17 03 FD 11 EC 11-01 01 01 00 02 FF FF FF .....
```

```
1898:0020 FF FF FF FF FF FF FF FF-FF FF FF FF 83 18 4C 01
```

```
1898:0030 98 18-FF FF FF FF 00 00 00 00
```

لاحظ أن محتويات المسجل DS=1898 وتم عرض محتويات أماكن الذاكرة منسوبة لهذا العنوان وكل سطر يبين محتويات 16 عنوان (10 ستعشري) .

15-6-4 تنفيذ البرنامج حتى عنوان معين Ga

هذا الأمر يبدأ في تنفيذ البرنامج ابتداء من العنوان المحدد بمسجل التجزيء CS ومحتويات مؤشر الأوامر IP . أى عنوان بداية التنفيذ سيكون CS:IP . سيقف التنفيذ عند العنوان a الموجود بعد الحرف G بحيث لن يتم تنفيذ الأمر الموجود عند هذا العنوان . لذلك لتنفيذ البرنامج السابق من بدايته لابد من تصفير المسجل IP أولا باستخدام الأمر RIP - ثم تحميل المسجل IP بأصفار . بذلك سيبدأ التنفيذ من العنوان 1898:0000 . بعد ذلك نعطيه أمر التنفيذ G001E - حيث

سيتوقف التنفيذ عند هذا الأمر الذى لا يدخل ضمن أوامر البرنامج ولذلك فإنه لن ينفذ .

15-6-5 متابعة تنفيذ البرنامج عن طريق تنفيذ عدد n من الخطوات

Tn

يمكن متابعة Trace, T تنفيذ البرنامج لاستخراج أخطاء التنفيذ عن طريق تنفيذ هذه خطوة بخطوة باستخدام الأمر Tn حيث n هى عدد الأوامر المطلوب تنفيذها . فمثلا T1 ستنفذ خطوة واحدة من البرنامج ، وهكذا . تذكر هنا أيضا أن مؤشر الأوامر IP لابد أن يحتوى عنوان الخطوة المراد تنفيذها منسوبا لمسجل التجزيء CS . بعد تنفيذ كل خطوة يظهر الديبجر محتويات جميع المسجلات وكذلك الأمر التالي فى التنفيذ كما يلي :

```
C:\TASM>debug example2.exe
```

```
r-
```

```
AX=0000 BX=0000 CX=001E DX=0000 SP=0100 BP=0000 SI=0000 DI=0000  
DS=1898 ES=1898 SS=18AA CS=18A8 IP=0000 NVUP EI PL NZ NA PO NC  
18A8:0000 B400      MOV  AH,00
```

```
t1-
```

```
AX=0000 BX=0000 CX=001E DX=0000 SP=0100 BP=0000 SI=0000 DI=0000  
DS=1898 ES=1898 SS=18AA CS=18A8 IP=0002 NVUP EI PL NZ NA PO NC  
18A8:0002 B001      MOV  AL,01
```

```
t1-
```

```
AX=0001 BX=0000 CX=001E DX=0000 SP=0100 BP=0000 SI=0000 DI=0000  
DS=1898 ES=1898 SS=18AA CS=18A8 IP=0004 NVUP EI PL NZ NA PO NC  
18A8:0004 B702      MOV  BH,02
```

```
t2-
```

```
AX=0001 BX=0200 CX=001E DX=0000 SP=0100 BP=0000 SI=0000 DI=0000  
DS=1898 ES=1898 SS=18AA CS=18A8 IP=0006 NVUP EI PL NZ NA PO NC  
18A8:0006 B303      MOV  BL,03
```

```
AX=0001 BX=0203 CX=001E DX=0000 SP=0100 BP=0000 SI=0000 DI=0000  
DS=1898 ES=1898 SS=18AA CS=18A8 IP=0008 NVUP EI PL NZ NA PO NC  
18A8:0008 B504      MOV  CH,04
```

15-6-6 تغيير محتويات عنوان فى الذاكرة Ea

فى الكثير من الأحيان يتطلب تنفيذ البرنامج وضع قيمة معينة فى عنوان محدد فى الذاكرة . يتم ذلك بالأمر Ea حيث a هى عنوان البايث المراد تغيير محتوياتها ، حيث بعد كتابة هذا الأمر يعرض الديبجر محتويات هذا العنوان الموجودة فعليا وينتظر منك تغيير هذه القيمة .

15-6-7 الخروج من الديبجر Q

بكتابة الحرف Q ثم enter تخرج من الديبجر إلى دوس .
حاول كتابة مثال 1 الخاص بالإزاحة الدورانية لمحتويات المسجلات وجرب عليه
كل أوامر الديبجر .

15-7 تمارين

1. أشرح ما هو المقصود بالعنونة الضمنية ؟
2. ما هو المقصود بعنونة المسجلات ؟
3. أكتب باختصار عن الديبجر ؟ وماذا تفعل لكي تتبع تنفيذ البرنامج خطوة بخطوة ؟
4. أكتب برنامج يحمل المسجلين AL , AH بأي بيانات ثم يقوم البرنامج باستبدال محتويات هذين المسجلين دون فقد محتويات أى مسجل منهما ؟
5. أعد التمرين السابق ولكن على مسجلين 16 بت ، BX , AX مثلا ؟
6. أعد برنامج الإزاحة الدورانية في مثال 1 ولكن هذه المرة اجعل الإزاحة تكون ناحية اليسار بدلا من ناحية اليمين كما كان في المثال ؟
7. تتبع تنفيذ البرنامج التالي مع كتابة محتويات المسجلات بعد تنفيذ كل خطوة باعتبار أن جميع المسجلات تحتوى أصفار في بداية البرنامج :

	AH	AL	BH	BL	CH	CL	DH	DL
	00	00	00	00	00	00	00	00
MOV AL,05	--	--	--	--	--	--	--	--
MOV AH,01	--	--	--	--	--	--	--	--
MOV BX,AX	--	--	--	--	--	--	--	--
MOV CL,BH	--	--	--	--	--	--	--	--
MOV CH,BL	--	--	--	--	--	--	--	--
MOV DX,CX	--	--	--	--	--	--	--	--

8-15 أوامر القفز Jump Instructions

القاعدة العامة أن المعالج يقوم بتنفيذ البرنامج حسب ترتيب الأوامر من أول البرنامج حتى نهايته ، ولقد راعينا ذلك في الأمثلة السابقة . ولكن هناك بعض التطبيقات التي تتطلب الخروج على هذه القاعدة ، كأن يطلب منك مثلاً تنفيذ عملية معينة أو مجموعة من الأوامر عدد معين من المرات أو حتى عدد لا نهائي من المرات . لقد أتاح المعالج ذلك بتوفير بعض الأوامر التي تمكنك كمبرمج من القفز بعملية التنفيذ من مكان لآخر خلال البرنامج . عادة تنقسم أوامر القفز إلى نوعين كالتالي :

1-8-15 القفز غير المشروط Unconditional jump

عند تنفيذ أوامر القفز غير المشروط ينتقل المعالج بعملية التنفيذ إلى المكان الجديد والمحدد دون قيد أو شرط . هذا المكان الذي سيتم القفز إليه يكون محددًا بعلامة معينة label حيث تستخدم هذه العلامة في أمر القفز كذلك . هناك أمر وحيد للقفز غير المشروط وهو الأمر :

jmp label

كمثال على ذلك ما يلي :

```
again: mov ax,05H
       mov bx,ax
       mov cx,bx
       jmp again
```

حيث العلامة again تم استخدامها قبل الأمر mov ax,05H المراد القفز إليه ، كما تم استخدامها أيضا في أمر القفز نفسه . من شروط العلامات المستخدمة أنها لا بد أن تبدأ بحرف أبجدي ومن الممكن أن تحتوي أرقاما ومن الممكن أن يصل عدد حروف العلامة إلى 31 حرفا . يجب أيضا ألا تحتوي العلامة على مسافات ، ويجب أن تنتهي بالحرف ":" كدليل يبين نهاية العلامة . كذلك لا بد من وجود مسافة بين نهاية العلامة ":" وبداية الأمر .

2-8-15 القفز المشروط Conditional jump

كما يوحي الاسم فإن هذا النوع من القفز لن يتم إلا إذا تحقق شرطا معيناً ، إذا لم يتحقق هذا الشرط فإن القفز لن يتم وسيستمر البرنامج في مساره الطبيعي حيث ينفذ الأمر التالي لأمر القفز . إن شروط القفز توضع دائما على الأعلام ، فهناك

قفز مثلا إذا كانت النتيجة تساوى صفرا ، أى أن علم الصفر يساوى واحد ، كما أن هناك قفزا إذا كان هناك حملا فى آخر عملية قام بها المعالج ، وهكذا . جدول (15-2) يبين معظم أوامر القفز الشهيرة والكثيرة الاستخدام مع المعالج 8086/8088 . هناك أيضا أوامر قفز مشروطة بحالة معينة لأكثر من علم مثل الأمر JA والذي يعنى اقفز إذا كانت النتيجة أكبر من الصفر ، وتكون النتيجة أكبر من الصفر إذا كان علم الصفر يساوى صفرا وعلم الإشارة يساوى صفرا أيضا .

وصف الأمر	أمر القفز
اقفز إذا كانت النتيجة فوق الصفر	JA
اقفز إذا كانت النتيجة فوق الصفر أو تساوى صفر	JAE
اقفز إذا كانت النتيجة تحت الصفر	JB
اقفز إذا كانت النتيجة تحت الصفر أو تساويه	JBE
اقفز إذا كانت النتيجة تساوى الصفر	JE/JZ
اقفز إذا لم يكن هناك حمل	JNC
اقفز إذا كانت النتيجة لا تساوى الصفر	JNE
اقفز إذا لم يكن هناك فيضان فى النتيجة	JNO
اقفز إذا كانت الباريتى فردية	JPO
اقفز إذا كانت النتيجة موجبة	JNS
اقفز إذا كان هناك فيضان فى النتيجة	JO
اقفز إذا كانت الباريتى زوجية	JPE
اقفز إذا كانت النتيجة سالبة	JS
اقفز إذا كانت النتيجة أكبر من الصفر	JG
اقفز إذا كانت النتيجة أكبر من الصفر أو تساويه	JGE
اقفز إذا كانت النتيجة أقل من الصفر	JL
اقفز إذا كانت النتيجة أقل من أو تساوى	JLE
اقفز إذا كان المسجل CX=0 يساوى صفر	JCXZ

جدول (15-2) أوامر القفز المشروط

مثال 15-3

أكتب برنامجا يقارن محتويات المسجل AX والمسجل BX بحيث إذا كانا متساويان يضع 1 فى المسجل DX ، أما إذا كانا غير متساويين فيضع صفر فى المسجل DX هذا مع الحفاظ على محتويات كل من المسجلين AX و BX .

أحد الاقتراحات لهذا البرنامج هو البرنامج التالي مع العلم أنه من الممكن أن يكون هناك أكثر من حل بالذات بعد أن ندرس باقي أوامر الحساب .

```
MOV CX,AX
SUB AX,BX
JZ HERE1
MOV DX,0
JMP HERE2
```

HERE1: MOV DX,1

HERE2: MOV AX,CX

نلاحظ أن هذا البرنامج قد احتفظ بمحتويات المسجل AX في المسجل CX كما في الأمر الأول ، بعد ذلك طرح محتويات المسجل BX من المسجل AX حيث ستوضع النتيجة في المسجل AX ، لذلك فإن محتويات المسجل AX ستفقد ولذلك فقد احتفظنا بها في المسجل CX . بعد ذلك إذا كانت نتيجة الطرح صفراً فإن المسجلين متساويين وسيضع البرنامج 1 في المسجل DX بعد أن يقفز إلى العلامة HERE1 . أما إذا كان المسجلين غير متساويين فسيضع البرنامج صفر في المسجل DX ثم يقفز إلى العلامة HERE2 ليسترد محتويات المسجل AX من المسجل CX .

3-8-15 الأمر LOOP

من الأوامر الكثيرة الاستخدام لعمل الحلقات الأمر LOOP والذي ينفذ مجموعة الأوامر المحصورة بينه وبين العلامة المذكورة فيه عدد من المرات يساوى محتويات المسجل CX . كمثال على ذلك انظر إلى ما يلي :

```
MOV CX,10H
HERE: MOV AX,00H
.....
.....
LOOP HERE
```

حيث سينفذ هذا البرنامج مجموعة الأوامر الموجودة بين الأمر LOOP والعلامة HERE1 عدد 16 (10H) مرة حيث هذا العدد مخزن في المسجل CX قبل الدخول في البرنامج .

15-9 أول خطوات التعامل مع الذاكرة First step to memory addressing

هناك طريقتان للتعامل مع الذاكرة وهما كما يلي :

15-9-1 الطريقة المباشرة Direct addressing

فى هذه الطريقة يوجد العنوان المراد التعامل معه فى الأمر نفسه مباشرة ، ولذلك سميت هذه الطريقة بالطريقة المباشرة للتعامل مع الذاكرة .
كمثال على ذلك الأوامر التالية :

MOV al,[2000H]

وهذا الأمر يعنى نقل محتويات البايت أو العنوان 2000H فى الذاكرة إلى المسجل al .

MOV AX,[2000H]

والذى يعنى نقل محتويات العنوان 2000H والذى يليه إلى المسجل AX .

MOV [31F2H],AL

والذى يعنى نقل محتويات المسجل AL إلى البايت التى عنوانها 31F2H .
نلاحظ أنه فى كل هذه الأوامر ظهر العنوان مباشرة فى الأمر نفسه ، ونلاحظ أيضا أن العنوان تم وضعه بين القوسين المربعين [] .
من الممكن أن يرمز للعنوان برمز معين كما فى الأمر التالي :

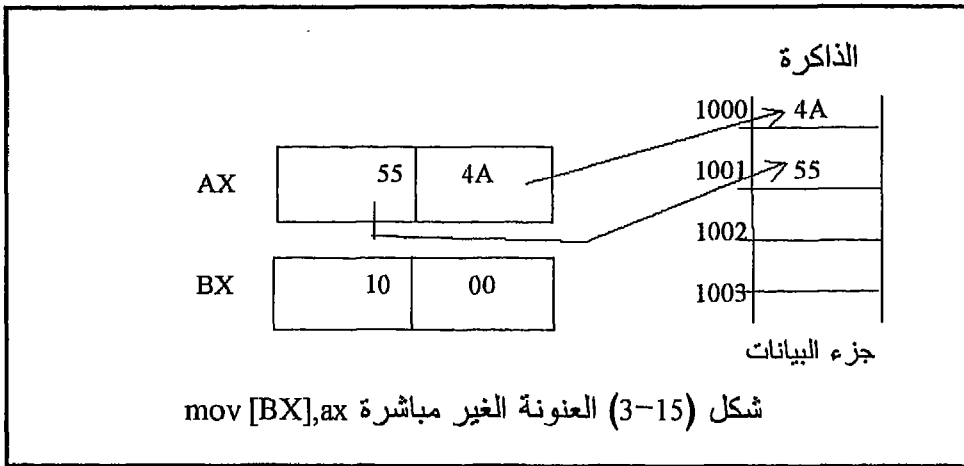
MOV AL,table

والذى يعنى نقل محتويات البايت المسماة بالاسم table إلى المسجل AL . إن جميع العناوين المباشرة تكون دائما محددة فى مقطع أو جزء البيانات . أى أن العنوان 2000H مثلا يحسب ابتداء من العنوان الموجود فى مسجل التجزئة DS.

15-9-2 الطريقة غير المباشرة Indirect addressing

هذه الطريقة من العنونة كما ذكرنا فى الفصل الثانى تسمح بالتعامل مع بيانات موجودة فى الذاكرة حيث العنوان الذى سيتم التعامل معه فى هذه الحالة يكون موجودا فى أحد مسجلات المعالج التالية : BX, BP, SI, DI . كمثال على ذلك افترض أن المسجل BX يحتوى الرقم 1000H وطلبنا من المعالج تنفيذ الأمر التالي : MOV AX,[BX] . فى هذه الحالة سيقوم المعالج بإحضار نسخة من محتويات العنوان 1000H (والذى يليه) الموجود فى المسجل BX ويضعها فى المسجل AX . أى أن محتويات المسجل BX الموضوع بين قوسين مربعين كما رأينا تمثل عنوان المعلومة وليس المعلومة نفسها ، ففي عدم وجود القوسين

سينسخ المعالج محتويات المسجل BX ويضعها في المسجل AX كما رأينا في أول طرق العنوان (عنوان المسجل) . يجب أن نؤكد هنا أن العنوان الفعلي للمعلومة يحسب منسوباً لمحتويات مسجل التجزيء DS بعد إزاحته ناحية اليسار 4 بتات كما ذكرنا سابقاً ، أى أنه إذا كانت محتويات المسجل $DS=0100H$ فإن الأمر السابق سينسخ محتويات العنوان $01000+1000=02000H$ والذي يليه ويضعها في المسجل AX . لاحظ أيضاً أن المسجلات BX, SI, DI تعنون عناوين منسوبة إلى مسجل التجزيء DS بينما المسجل BP يعنون عناوين منسوبة لمسجل التجزيء SS . شكل (3-15) عبارة عن رسم توضيحي لعملية العنوان غير المباشرة للذاكرة . كأمثلة على هذا النوع من العنوان انظر إلى الأوامر التالية :



MOV CX,[BX]
 MOV [BP],BL
 MOV [DI],AH
 MOV [DI],[BX] (خطأ)

حيث الأمر الأول سينقل محتويات عنوان (والذي يليه) في جزء البيانات أو ذاكرة البيانات data segment والمشار إليه بالمسجل BX إلى المسجل CX ، بينما الأمر الثاني سينقل محتويات النصف الأول من المسجل BX إلى عنوان مشار إليه بالمسجل BP ويقع في جزء المكعدة . الأمر الثالث سينقل النصف العلوي من المسجل AX إلى عنوان مشار إليه بالمسجل DI ويقع في جزء البيانات ، أما الأمر الثالث فغير مسموح به لأنه ينقل من ذاكرة إلى ذاكرة وهذا

النوع من العنوانة غير مسموح به إلا في حالات خاصة جدا مع بعض أوامر سلاسل الحروف .

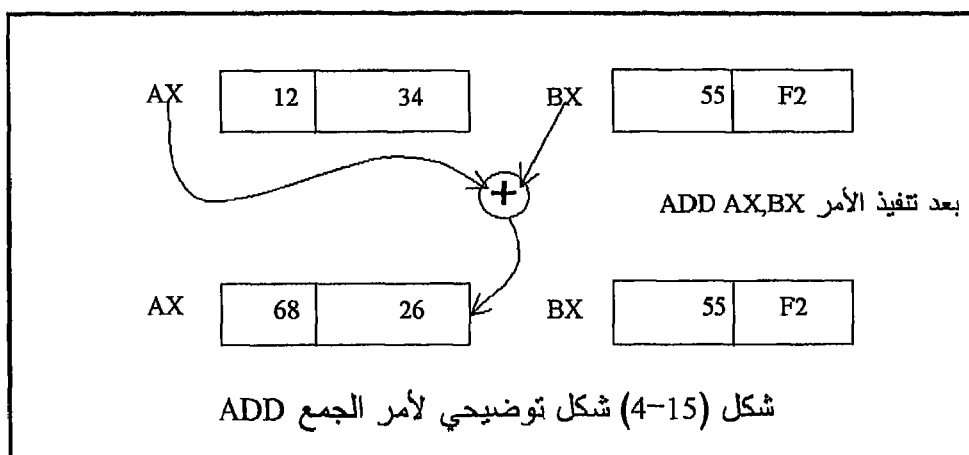
10-15 أوامر الحساب Arithmetic Instructions

أوامر الحساب التي يمكن تنفيذها بلغة الأسمبلي هي الجمع والطرح والضرب والقسمة . كل هذه العمليات يمكن إجراؤها على بيانات 8 بت أو 16 بت .

1-10-15 أمر الجمع ADD

الصورة العامة لهذا الأمر هي :

ADD destination, source



حيث في هذا الأمر يتم جمع المصدر source مع الهدف destination وتوضع النتيجة في الهدف . من أمثلة ذلك ما يلي :

ADD AX, BX

هذا الأمر يجمع محتويات المسجل BX مع محتويات المسجل AX ويضع النتيجة في المسجل AX . لاحظ أن هذا الأمر يجمع مسجلين كل منهما 16 بت . شكل (4-15) يبين رسماً توضيحاً لهذا الأمر . أمثلة أخرى على هذا الأمر ما يلي :

ADD AL,CL

الذى يجمع محتويات النصف الأول من المسجل CX مع النصف الأول من المسجل AL وبضع النتيجة فى المسجل AL .

ADD AL,[BX]

الذى يجمع محتويات مكان الذاكرة (8بت) الذى عنوانه فى المسجل BX مع محتويات المسجل AL ويضع النتيجة فى المسجل AL .

ADD AX,0F437H

هذا الأمر يجمع الثابت أو القيمة الفورية F437H (16بت) مع المسجل AX ويضع النتيجة فى المسجل AX . فى العادة يتم وضع 0 قبل أى ثابت يبدأ بحرف وكذلك وضع الحرف H فى نهاية الثابت للدلالة على أنه فى النظام الست عشري .

ADD table,20H

الذى يجمع الثابت 20H مع محتويات مكان الذاكرة المسمى table ويضع النتيجة فى نفس المكان . المكان المسمى table تتم تسميته بهذا الاسم فى مقطع البيانات فى بداية البرنامج باستخدام أمر التوجيه define . كمثال على ذلك الأمر التالى :

- table DB 22H

هذا الأمر التوجيهى يحجز بايت اسمها table ويعطيها القيمة الابتدائية 22 .

- table DB 22H, 25H, 'A', 33H

هذا الأمر يحجز عدد 5 بايت ويعطيها القيم الابتدائية السابقة ، وهذه الخمسة أماكن تأخذ الاسم table . هناك أيضا الأوامر DW الذى يحجز كلمة word ، والأمر DD الذى يحجز كلمتين ، والأمر DQ الذى يحجز 4 كلمات ، والأمر DT الذى يحجز 10 كلمات . فى جميع هذه الأوامر الاسم الملحق بالأمر يمثل عنوان أول بايت فى كمية الذاكرة المحجوزة .

من الأشياء المهمة التى يجب ألا تنسى هى أنه لا يمكن جمع مكان ذاكرة على مكان ذاكرة آخر . فمثلا الأمر التالى خطأ فى عرف لغة الأسبلى :

ADD [BX],[3F20H]

لأنه يحاول جمع محتويات العنوان 3F20H مع محتويات العنوان الموجود فى المسجل BX وهذا خطأ أو غير مسموح .

15-10-2 أمر الجمع ADC

الصورة العامة لهذا الأمر هى :

ADC destination, source

حيث فى هذا الأمر يتم جمع المصدر source مع الهدف destination مع محتويات علم الحمل carry flag والتى تكون صفرا أو واحد ، وتوضع النتيجة فى الهدف . من أمثلة ذلك ما يلي :

ADC AX,BX

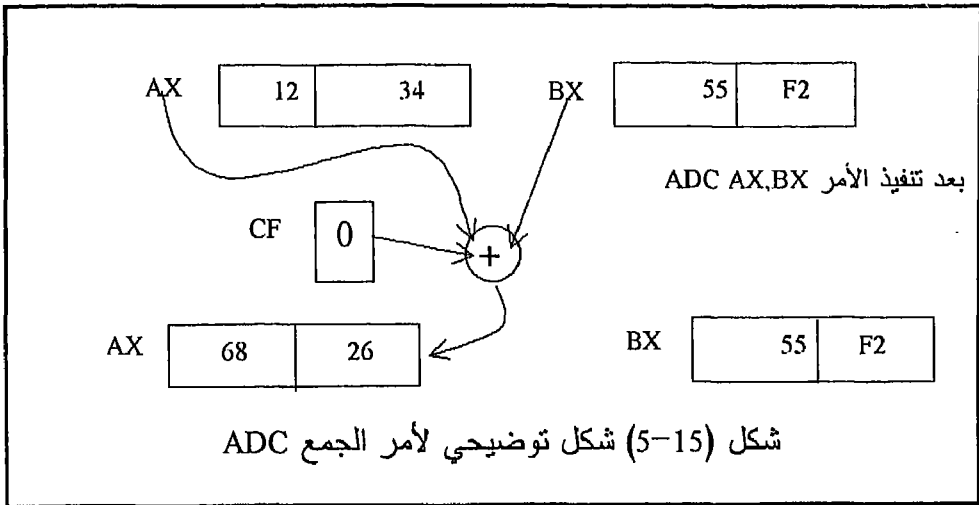
هذا الأمر يجمع محتويات المسجل BX مع محتويات المسجل AX مع محتويات علم الحمل ويضع النتيجة في المسجل AX . لاحظ أن هذا الأمر يجمع مسجلين كل منهما 16 بت مع علم الحمل . شكل (5-15) يبين رسماً توضيحاً لهذا الأمر . أمثلة أخرى على هذا الأمر ما يلي :

ADC AL,CL

ADC BL, table

ADC CL,40H

ADC BX, [SI]

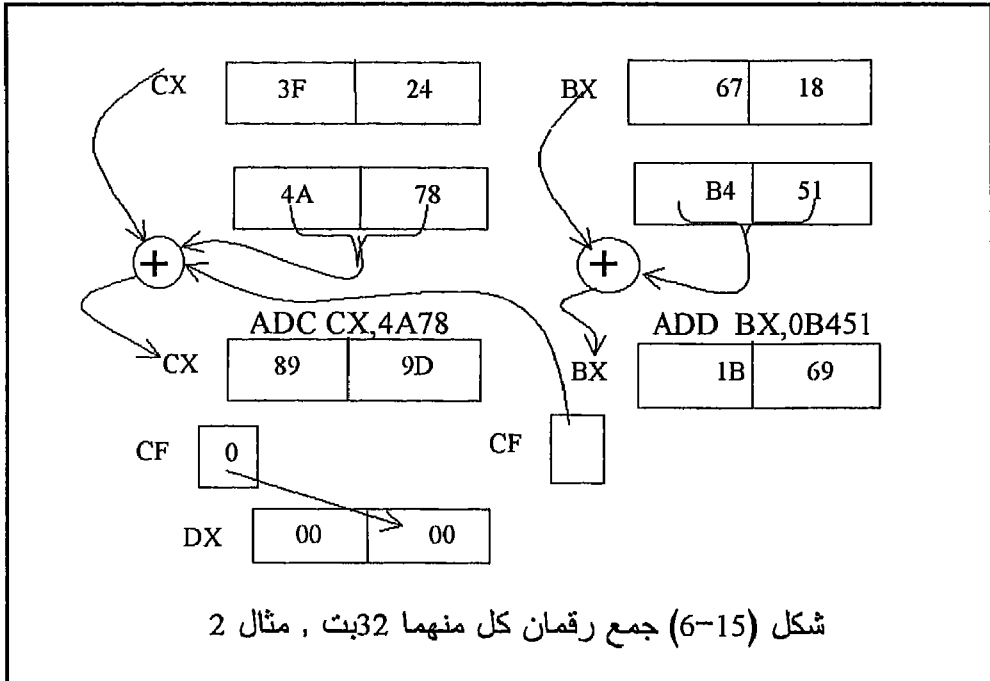


كل هذه الأوامر تجمع محتويات المصدر مع الهدف مع علم الحمل وتضع النتيجة في الهدف . هنا يظهر سؤال مهم عن الفرق بين الأمرين ADD و ADC . لكي نفهم الفرق بينهما نسوق المثال التالي :

مثال 4-15

اكتب برنامجاً يجمع الرقمين 3F246718 و 4A78B451 ويضع النتيجة في المسجلات BX و CX و DX . نلاحظ أن كل من الرقمين مكون من 32 بت ، وليس هناك وسيلة لجمع رقمين كل منهما 32 بت مرة واحدة . لذلك سنضع الرقم الأول في المسجلين BX و CX ثم نجمع النصف الأول من الرقم الثاني (B451) مع المسجل BX باستخدام الأمر ADD وبعد ذلك نجمع النصف الثاني من الرقم

الثاني (4A78) مع المسجل CX باستخدام الأمر ADC حتى يتم أخذ علم الحمل في الاعتبار لأنه قد يكون هناك حمل من عملية الجمع الأولى فيجب أخذه في الاعتبار . شكل (15-6) يبين رسماً توضيحياً لهذا المثال . لاحظ أن عملية الجمع الأولى يجب أن تتم باستخدام الأمر ADD وليس باستخدام الأمر ADC لأنه لو استخدم الأمر ADC فسيجمع علم الحمل من عملية سابقة مما سيؤثر على النتيجة ويجعلها خطأ .



شكل (15-6) جمع رقمين كل منهما 32 بت ، مثال 2

البرنامج الذي سيقوم بعملية الجمع السابقة من الممكن أن يكون كالتالي :

```
ADD BX,0B451H
ADC CX,4A78H
MOV DX,00H
ADC DX,DX
```

15-10-3 أمر الطرح SUB

هناك أمران للطرح مثل الجمع ، أحدهما لا يأخذ علم الحمل في الاعتبار والآخر يأخذ علم الحمل في الاعتبار . الأمر SUB يطرح محتويات المصدر من محتويات الهدف ويضع النتيجة في الهدف ، فمثلاً الأمر :

SUB AX,BX

سيطرح المسجل BX (المصدر) من المسجل AX (الهدف) ويضع النتيجة في المسجل AX . نؤكد هنا على أن الهدف يكون هو دائما المطروح منه .
أمثلة أخرى على أوامر الطرح كالتالي :

SUB DL,CL ; DL-CL → DL
SUB AL,[BX] ; AL-[BX] → AL
SUB BL,20H ; BL-20 → BL

15-10-4 أمر الطرح SBB

هنا يتم طرح المصدر وعلم الحمل CF من الهدف وتوضع النتيجة في الهدف .
من أمثلة ذلك ما يلي :

SBB AX,BX ; AX-BX-CF → AX
SBB DL,CL ; DL-CL-CF → DL
SBB AL,[BX] ; AL-[BX]-CF → AL
SBB BL,20H ; BL-20-CF → BL

يجب أن نكون حذرين جدا في الأماكن التي نستخدم فيها الأمر SUB والأماكن الأخرى التي يجب أن نستخدم فيها الأمر SBB لأن ذلك من الممكن أن يعطى نتيجة خاطئة كما أوضحنا مع أوامر الجمع .

15-10-5 أمر المقارنة CMP

من الأوامر الشهيرة الاستخدام في الكثير من التطبيقات أمر المقارنة CMP الذي له الصورة العامة التالية :

CMP destination, source

حيث يتم طرح المصدر source من الهدف destination ولكن هنا لا يتم وضع النتيجة في الهدف ولكن يبقى الهدف دون تغيير ، وهذا هو الاختلاف الأساسي بين هذا الأمر وأوامر الطرح السابقة . الاستفادة الوحيدة من تنفيذ هذا الأمر هي تأثير الأعلام بنتيجة هذا الطرح . بالطبع ما أكثر التطبيقات التي نحتاج فيها لمقارنة رقمين لمعرفة أيهما أكبر من الآخر مثلا دون تغيير قيمة أى واحد من الرقمين حيث في هذه الحالة فإن أوامر الطرح السابقة لا تؤدي هذا الغرض مباشرة ، لذلك في هذه الأحوال نستخدم الأمر CMP .

15-10-6 الأوامر INC و DEC

تعمل هذه الأوامر على زيادة محتويات المصدر أو إنقاصها بمقدار واحد .
الصورة العامة لهذين الأمرين هي كالتالي :

INC source

DEC source

ومن أمثلة ذلك ما يلي :

INC BL

INC CX

INC [SI]

DEC DL

DEC [BX]

وجميعها تجمع 1 أو تطرح 1 من محتويات المصدر الموجود في الأمر سواء كان مسجل (8 أو 16 بت) أو بايت ذاكرة .

مثال 15-5

أكتب برنامجا يقوم بضرب محتويات المسجلين CL و BL ويضع النتيجة في المسجل AX وذلك عن طريق الجمع المتكرر .

```
MOV AL,00
MOV AL,CL
DCR BL
YY:  ADD AL,CL
     JNC XX
     INC AH
XX:   DCR BL
     JNZ YY
     HLT
```

مثال 15-6

أكتب برنامجا يقسم محتويات المسجل AL على محتويات المسجل CL ويضع النتيجة في المسجل AH والباقي في المسجل DL وذلك عن طريق الطرح المتكرر .

```

MOV AH,00
CMP AL,CL
JS XX ;      CL>AL put AL into DL as a remainder
          ;      and stop
YY:  SUB AL,CL
      JS XX1
      INC AH
      JMP YY
XX1:  ADD AL,CL
XX:   MOV DL,AL ; put remainder in DL.
      HLT

```

MUL 7-10-15 أمر الضرب

الصورة العامة لهذا الأمر هي :

MUL source

حيث يقوم هذا الأمر بضرب المصدر source الذي يكون مسجلاً (8 بت أو 16 بت) أو بايت ذاكرة في المسجل AL وذلك إذا كان المصدر 8 بت ، أما إذا كان المصدر 16 بت فإنه يضرب المصدر في المسجل AX . أى أن الطرف الثاني لعملية الضرب يكون دائماً إما المسجل AL أو المسجل AX على حسب عدد بتات المصدر . إذا كان المصدر 8 بت فإن الطرف الثاني لعملية الضرب يكون المسجل AL كما ذكرنا وتوضع النتيجة في المسجلين AL و AH حيث يحتوي AL النصف الأدنى من النتيجة ويحتوى المسجل AH النصف الأعلى منها . إذا كان المصدر 16 بت فإن الطرف الثاني لعملية الضرب يكون المسجل AX كما ذكرنا ، ولكن النتيجة في هذه المرة توضع في المسجلين AX (الذى يحتوي الجزء الأدنى من النتيجة) و DX الذى يحتوي الجزء الأعلى منها . بالطبع فإن جميع الأعلام تتأثر بهذه العملية . من أمثلة ذلك ما يلي :

MUL BL

الذى يضرب محتويات المسجل BL في المسجل AL ويضع النتيجة في المسجل AX .

MUL CX

الذى يضرب محتويات المسجلين CX و AX ويضع النتيجة في المسجلين AX و DX .

MUL [BX]

الذى يضرب محتويات بايت الذاكرة المشار إليها بالعنوان الموجود في المسجل BX في المسجل AL ويضع النتيجة في المسجل AX .

من الأشياء المهمة التي يجب أن نحذرها أو نتجنبها هي ضرب قيمة فورية (ثابت) في المسجل AL أو AX على الصورة التالية :

MUL 05
MUL 3f24

هذا الشكل لأمر الضرب ممنوع

في هذه الحالة يجب أن نضع الثابت في أى مسجل أولاً ثم نستخدم هذا المسجل في عملية الضرب .

15-10-8 أمر القسمة DIV

الصورة العامة لهذا الأمر هي :

DIV source

حيث يقوم هذا الأمر بقسمة المسجل AX أو المسجلين AX و DX على المصدر source الذى يكون مسجلاً (8 بت أو 16 بت) أو بايت ذاكرة . أى أن المصدر يكون دائماً هو المقسوم عليه . أما المقسوم فيتحدد على حسب المصدر كالتالي :

1. إذا كان المصدر 8 بت فإن المقسوم لابد أن تكون بتاته ضعف بتات المقسوم عليه ولذلك فإنه يكون المسجل AX في هذه الحالة . وفي هذه الحالة يخزن خارج القسمة في المسجل AL والباقي من عملية القسمة في المسجل AH .
 2. إذا كان المصدر 16 بت فإن المقسوم يكون المسجلين AX و DX حيث AX يحتوى النصف الأدنى و DX يحتوى النصف الأعلى للمقسوم . أما ناتج القسمة فإنه يوضع في المسجل AX والباقي من القسمة فإنه يوضع في المسجل DX .
- من أمثلة عمليات القسمة ما يلي :

DIV BL

الذى يقسم محتويات المسجل AX على المسجل BL ويضع النتيجة في المسجل AL والباقي في المسجل AH .

DIV CX

الذى يقسم محتويات المسجلين AX و DX على المسجل CX ويضع النتيجة في المسجل AX والباقي في المسجل DX .

DIV [BX]

الذى يقسم محتويات المسجل AX على بايت الذاكرة المشار إليها بالعنوان الموجود في المسجل BX ويضع النتيجة في المسجل AL والباقي في المسجل AH .

من الأشياء المهمة التي يجب أن نحذرهما أو نتجنبهما هي استخدام قيمة فورية (ثابت) في عملية قسمة كالتالي :

DIV 05
DIV 3F24

هذا الشكل لأمر القسمة ممنوع

في هذه الحالة يمكن أن يوضع الثابت في أى مسجل ثم يستخدم هذا المسجل في عملية القسمة .

مثال 7-15

أكتب برنامجاً يحسب مضروب الرقم الموجود في عنوان الذاكرة 1800H ويضع نتيجة هذا المضروب في المسجل AX .

```
MOV AX, 01
MOV BL,[1800]
MOV BH,00
MOV CX,BX
DEC CX
XX: MUL BL
DEC BL
LOOP XX
HLT
```

11-15 أوامر المنطق Logic Instructions

هذه المجموعة خاصة بإجراء العمليات المنطقية ، ويقصد بالعمليات المنطقية العملية التي معاملاتها هي الواحد أو الصفر . العمليات المنطقية التي يجريها المعالج 8088 هي عمليات AND, OR, XOR, NOT .

11-15 الأمر AND

الصورة العامة لهذا الأمر هي :

AND destination, source

حيث يتم إجراء عملية AND على كل من المصدر source والهدف destination وتوضع النتيجة في الهدف destination . بالطبع فإن كل من المصدر والهدف لابد أن يكونا نفس الحجم أى لهما نفس العدد من البتات . من أمثلة ذلك ما يلي :
AND AL,BL

حيث يجرى عملية AND على محتويات المسجلين AL, BL ويضع النتيجة فى المسجل AL . فمثلا افترض أن المسجلين AL, BL يحتويان البيانات التالية :

BL = 10111101=BDH

AL = 11101110=EEH

فإنه بعد تنفيذ الأمر AND AL,BL ستكون محتوياتهما كالتالي :

BL = 10111101=BDH

AL = 10101100=ACH

محتويات BL المصدر لم تتغير

النتيجة وضعت فى الهدف

AND CX,DX

AND BH,table

AND CH,11011011B

حيث الأمر الأخير سيجرى عملية AND على المسجل CH والمعلومة الفورية أو الثابت 11011011B المعطى فى الصورة الثنائية والتي تم الإشارة إليها باستخدام الحرف B فى آخر الثابت وحيث تسمح لغة التجميع بذلك .

OR 2-11-15 الأمر

الصورة العامة لهذا الأمر هي :

OR destination, source

حيث يتم إجراء عملية OR على كل من المصدر source والهدف destination وتوضع النتيجة فى الهدف destination . بالطبع فإن كل من المصدر والهدف لابد أن يكونا نفس الحجم أى لهما نفس العدد من البتات . من أمثلة ذلك ما يلي :

OR AL,BL

حيث يجرى عملية OR على محتويات المسجلين AL, BL ويضع النتيجة فى المسجل AL

OR CX,DX

OR BH,table
OR CH,11011011B

XOR 3-11-15 الأمر

الصورة العامة لهذا الأمر هي :

XOR destination, source

حيث يتم إجراء عملية XOR على كل من المصدر والهدف وتوضع النتيجة في الهدف . من أمثلة ذلك ما يلي :

XOR AL,BL

حيث يجرى عملية XOR على محتويات المسجلين AL, BL ويضع النتيجة في المسجل AL .

XOR CX,DX

XOR BH,table

XOR CH,11011011B

NOT 4-11-15 أمر النفي المنطقي

هذا الأمر له معامل واحد والصورة العامة له هي كالتالي :

NOT source

حيث يتم عكس المصدر عكسا منطقيًا بجعل كل صفر واحد وكل واحد صفر وبالطبع فإن نتيجة هذا العكس توضع في نفس المصدر . من أمثلة ذلك ما يلي :

NOT AL

NOT DX

NOT [BX]

12-15 أوامر الإزاحة والدوران

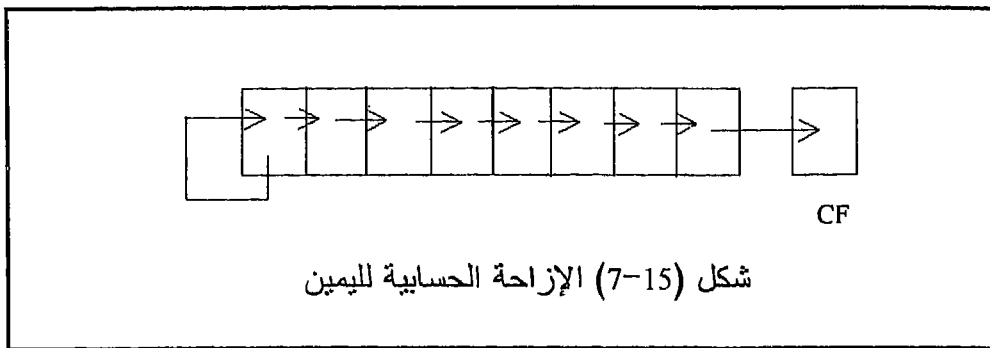
Shift And Rotate Instructions

هناك نوعان من الإزاحة ، إزاحة حسابية وهي التي يتم الاحتفاظ فيها بإشارة الرقم الذي تجرى عليه الإزاحة وبالذات إذا كانت الإزاحة ناحية اليمين كما سنرى . أما الإزاحة المنطقية فلا اعتبار فيها للإشارة .

1-12-15 أمر الإزاحة الحسابية لليمين SAR

يتم هنا إزاحة محتويات كل خانة إلى الخانة التي على يمينها ، وأما الخانة التي يتم تفرغها في أقصى اليسار فيتم ملأها دائما بمحتويات خانة الإشارة والتي هي نفس محتويات الخانة الأخيرة . أي أن محتويات آخر بت ناحية اليسار يتم

الاحتفاظ بها دائما ولا تفرغ . أما محتويات البت في أقصى اليمين فتذهب إلى علم الحمل . شكل (7-15) يبين رسما توضيحيا لهذا الأمر والصورة العامة له ستكون كالتالي :



SAR destination, count

حيث count إما أن تكون واحد إذا كانت الإزاحة ستم مرة واحدة فقط وأما إذا أردنا الإزاحة أكثر من مرة فيوضع عدد المرات في المسجل CL ثم يستخدم المسجل CL بدلا من count في الصورة العامة للأمر . كمثال على ذلك نفترض أن المسجل $AL = 10011010$ بعد تنفيذ الأمر SAR AL, 1 فإن محتويات المسجل AL وعلم الحمل ستكون كالتالي :

$$\begin{array}{r}
 AL = 10011010 \\
 \swarrow \searrow \swarrow \searrow \swarrow \searrow \swarrow \searrow \\
 AL = 11001101, \quad CF = 0
 \end{array}$$

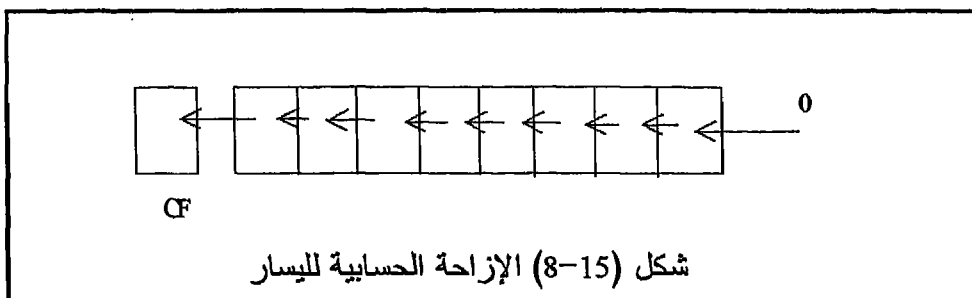
2-12-15 أمر الإزاحة الحسابية لليساار SAL

يتم هنا إزاحة محتويات كل خانة إلى الخانة التي على يسارها ، وأما الخانة التي يتم تفرغها في أقصى اليمين فيتم ملأها بأصفار . أما محتويات البت في أقصى اليسار فتذهب إلى علم الحمل . شكل (8-15) يبين رسما توضيحيا لهذا الأمر والصورة العامة له ستكون كالتالي :

SAL destination, count

حيث count إما أن تكون واحد إذا كانت الإزاحة ستم مرة واحدة فقط وأما إذا أردنا الإزاحة أكثر من مرة فيوضع عدد المرات في المسجل CL ثم يستخدم المسجل CL بدلا من count في الصورة العامة للأمر . كمثال على ذلك نفترض

أن المسجل $AL = 10011010$ بعد تنفيذ الأمر $SAL\ AL, 1$ فإن محتويات المسجل AL وعلم الحمل ستكون كالتالي :



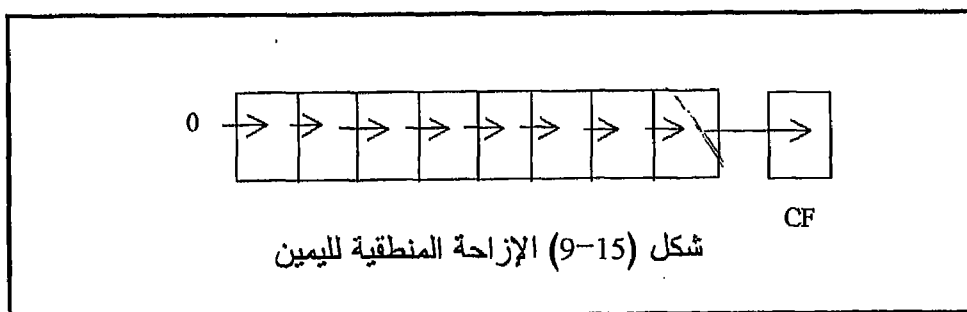
$$\begin{array}{r}
 AL = 10011010 \\
 \swarrow \quad \swarrow \quad \swarrow \quad \swarrow \quad \swarrow \quad \swarrow \quad \swarrow \quad \swarrow \\
 AL = 00110100 \leftarrow 0 \quad \quad \quad CF = 1
 \end{array}$$

3-12-15 أمر الإزاحة المنطقية لليمين SHR

يتم هنا إزاحة محتويات كل خانة إلى الخانة التي على يمينها ، وآخر خانة ناحية اليسار يتم ملأها دائما بصفر مع كل إزاحة . أما محتويات البت في أقصى اليمين فتذهب إلى علم الحمل . شكل (9-15) يبين رسما توضيحيا لهذا الأمر والصورة العامة له ستكون كالتالي :

SHR destination, count

حيث count إما أن تكون واحد إذا كانت الإزاحة ستم مرة واحدة فقط وأما إذا أردنا الإزاحة أكثر من مرة فيوضع عدد المرات في المسجل CL ثم يستخدم المسجل CL بدلا من count في الصورة العامة للأمر . كمثال على ذلك نفترض أن محتويات المسجل هي $AL = 10011010$ ، بعد تنفيذ الأمر $SHR\ AL, 1$ فإن محتويات المسجل AL وعلم الحمل ستكون كالتالي :



$$AL = 10011010$$

$$AL = 01001101, \quad CF = 0$$

4-12-15 أمر الإزاحة المنطقية لليسار SHL

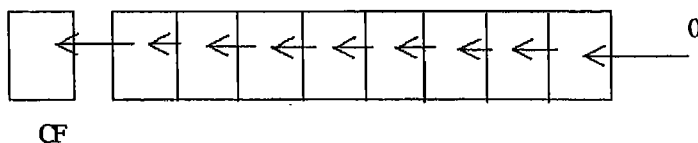
يتم هنا إزاحة محتويات كل خانة إلى الخانة التي على يسارها ، وأما الخانة التي يتم تفريغها في أقصى اليمين فيتم ملأها بأصفار . أما محتويات البت في أقصى اليسار فتذهب إلى علم الحمل تماما مثل الأمر SAL . شكل (10-15) يبين رسما توضيحيا لهذا الأمر والصورة العامة له ستكون كالتالي :

SHL destination, count

حيث count إما أن تكون واحد إذا كانت الإزاحة ستتم مرة واحدة فقط وأما إذا أردنا الإزاحة أكثر من مرة فيوضع عدد المرات في المسجل CL ثم يستخدم المسجل CL بدلا من count في الصورة العامة للأمر . كمثال على ذلك نفترض أن المسجل $AL = 10011010$ بعد تنفيذ الأمر SAL AL,1 فإن محتويات المسجل AL وعلم الحمل ستكون كالتالي :

$$AL = 10011010$$

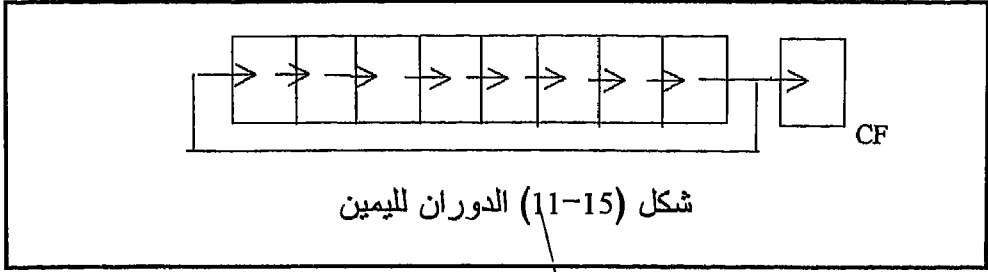
$$AL = 00110100 \leftarrow 0 \quad CF = 1$$



شكل (10-15) الإزاحة المنطقية لليسار

5-12-15 أمر الدوران الليمين ROR

أوامر الدوران تشبه أوامر الإزاحة تماما فيما عدا أن المحتويات التي تراح من أى جهة يتم إدخالها مرة أخرى من الجهة الأخرى . شكل (11-15) يبين رسما توضيحيا لأمر الدوران الليمين والصورة العامة له ستكون كالتالي :



ROR destination, count

حيث count هي كما شرحنا فى الأوامر السابقة تماما . كمثال على ذلك نفترض أن المسجل $AL = 10011010$ بعد تنفيذ الأمر $ROR AL, 1$ فإن محتويات المسجل AL وعلم الحمل ستكون كالتالي :

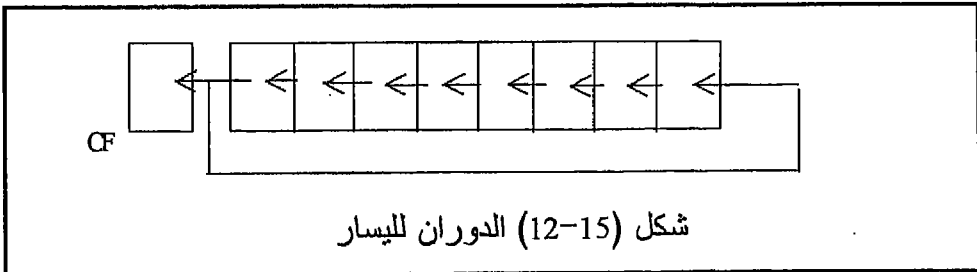
$$\begin{array}{r}
 AL = 10011010 \\
 \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \\
 AL = 01001101, \quad CF = 0
 \end{array}$$

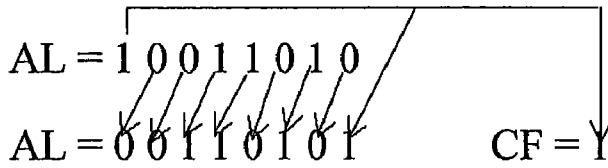
6-12-15 أمر الدوران اليسار ROL

شكل (12-15) يبين رسما توضيحيا لهذا الأمر والصورة العامة له ستكون كالتالي :

ROL destination, count

كمثال على ذلك نفترض أن المسجل $AL = 10011010$ حيث بعد تنفيذ الأمر $ROL AL, 1$ فإن محتويات المسجل AL وعلم الحمل ستكون كالتالي :



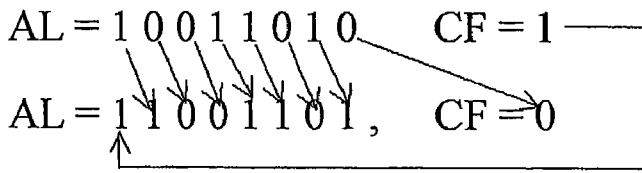
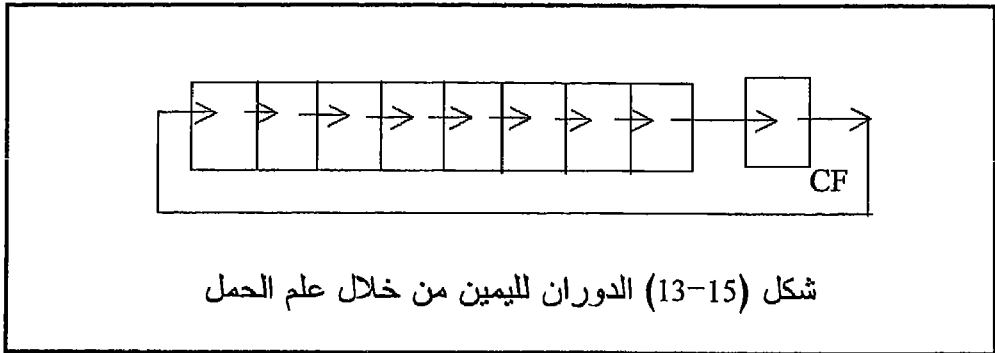


7-12-15 أمر الدوران الليمين من خلال علم الحمل RCR

شكل (13-15) يبين رسماً توضيحياً لأمر الدوران الليمين من خلال علم الحمل والصورة العامة له ستكون كالتالي :

RCR destination, count

حيث count هي كما شرحنا في الأوامر السابقة تماماً . كمثال على ذلك نفترض أن المسجل AL = 10011010 بعد تنفيذ الأمر RCR AL, 1 فإن محتويات المسجل AL وعلم الحمل ستكون كالتالي بافتراض أن علم الحمل كان فيه واحد قبل تنفيذ الأمر :

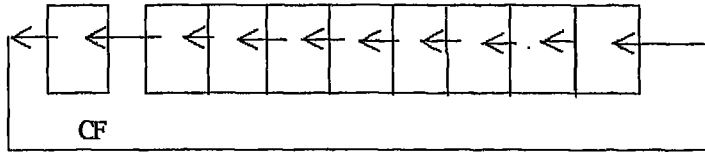


8-12-15 أمر الدوران اليسار من خلال علم الحمل RCL

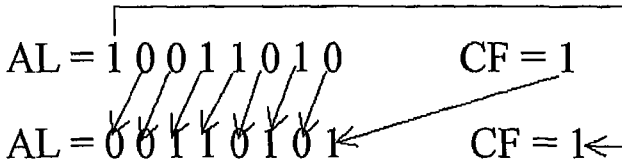
شكل (14-15) يبين رسماً توضيحياً لهذا الأمر والصورة العامة له ستكون كالتالي :

RCL destination, count

كمثال على ذلك نفترض أن المسجل AL = 10011010 حيث بعد تنفيذ الأمر RCL AL,1 فإن محتويات المسجل AL وعلم الحمل ستكون كالتالي بفترض أن علم الحمل كان واحدا قبل تنفيذ الأمر :



شكل (14-15) الدوران لليسار من خلال علم الحمل



مثال 8-15

أكتب برنامج يحسب مضروب الأرقام المخزنة في الذاكرة من 1800H إلى 1810H ويخزن المضروب في الأماكن 1900H إلى 1910H . استخدم البرامج الفرعية معتبرا أن قيمة المضروب لن تزيد عن بايت واحدة .

```
MOV DI,1800
MOV SI,1900
MOV CX,10H
MOV BH,00
XX: MOV BL,[DI]
    PUSH CX
    CALL FACT
    POP CX
    MOV [SI],AL
    INC SI
    MOV [SI],AH
    INC SI
```

```

INC DI
LOOP XX
HLT
FACT: MOV AL,01
      MOV CX,BX
      DEC CX
YY:   MUL BL
      DEC BL
      LOOP YY
      RET

```

13-15 تمارين

1. هل يمكن جمع المسجلين CX و DS ؟
2. إذا كان المسجل CX=1001H والمسجل DX=20FFH فما هي محتويات كل من المسجلين وكذلك قيمة كل علم من الأعلام بعد تنفيذ أمر الجمع ADD عليهما؟
3. كرر السؤال السابق في حالة تنفيذ أمر الطرح SUB ؟
4. كرر السؤال الثاني في حالة إجراء الأوامر التالية AND و OR و XOR و NOT ؟
5. أكتب برنامج يضع صفراً في جميع أماكن الذاكرة 2000H إلى 20FFH ، وبعد ذلك يختبر نفس الأماكن ليرى إذا كان الصفر ما زال موجوداً أم لا ؟ هل يصلح هذا ليكون بمثابة اختبار لذاكرة الحاسب ؟
6. اكتب برنامج ينسخ محتويات بلوك الذاكرة 2000H إلى 20FFH في البلوك 3000H إلى 30FFH ؟
7. أكتب برنامجاً يختبر محتويات أماكن الذاكرة 1800H إلى 18FFH ويخرج منها الأعداد الفردية ويخزنها في الذاكرة من 1900H إلى 19FFH والأعداد الزوجية يخزنها في الذاكرة من 2000H إلى 20FFH .
8. اكتب برنامج يفحص محتويات الذاكرة من 2000H إلى 2500H ويبحث فيها عن عدد مرات تكرار الرقم 33H المكون من بايت واحدة؟
9. اكتب برنامج يفحص محتويات الذاكرة من 2000H إلى 2500H ويبحث فيها عن عدد مرات تكرار الرقم 33FFH المكون من 2 بايت؟
10. أكتب برنامجاً يحسب عدد الواحد في كل بايت من بايتات الذاكرة من 1800H إلى 18FFH ويخزنها في الذاكرة من 1900H إلى 19FFH .

11. أعد السؤال السابق مستخدماً البرامج الفرعية .
12. أكتب برنامجاً يحسب مضروب الأرقام الموجودة في الذاكرة من 1800H إلى 18FFH ويخزن هذا المضروب في الذاكرة من 1900H إلى 19FFH . استخدم البرامج الفرعية .
13. أكتب برنامجاً يحسب عدد الأرقام السالبة وعدد الأرقام الموجبة في المدى العنوانى من 1800-18FFH .
14. أكتب برنامجاً يقرأ محتويات المدى العنوانى 1700-17FFH ثم ينقل البيانات السالبة منها ويخزنها ابتداءً من العنوان 1800H والبيانات الموجبة يخزنها ابتداءً من العنوان 1900H .
15. أكتب برنامجاً يحسب عدد الأرقام الفردية وعدد الأرقام الزوجية في المدى العنوانى 1700-17FFH .
16. اكتب برنامجاً يبحث عن أكبر رقم من بايت واحدة في المدى العنوانى 2000H إلى 20FFH ؟
17. اكتب برنامجاً يقوم بترتيب الأرقام (كل رقم بايت واحدة) الموجودة في المدى العنوانى 2000H إلى 20FFH ترتيباً تصاعدياً؟
18. المدى العنوانى 2000H إلى 3000H يحتوى بيانات إشارة صوتية ، والمطلوب حساب عدد مرات عبور هذه الإشارة للقيمة صفر؟
19. استخدم البرامج الفرعية في حساب المعادلة التالية :

$$M=20! + 30! + 40! + 24^3 + 25^5 + 10^6$$

الفصل السادس عشر

مواجهة المعالج

8086/8088

1-16 مقدمة

لقد رأينا في الفصول السابقة كيفية مواجهة الشريحة 8085 مع الذاكرة ومع بوابات الإدخال و الإخراج . إن مواجهة الشريحة 8086 لن تختلف كثيرا عن ذلك وسنحاول تقديمها هنا سريعا من خلال شرح مختصر لوظيفة كل طرف من أطراف هذه الشريحة . ثم شرح عملية فصل المسارات المختلفة ، مسار العنوانين ومسار البيانات ومسار التحكم .

2-16 الوظائف المختلفة لأطراف الشريحة 8086/8088

كل من الشريحتين 8086 أو 8088 لها 40 طرفا وهذه هي آخر أجيال شرائح المعالجات التي لها هذا العدد من الأطراف حيث كما سنرى في المعالجات القادمة أن عدد الأطراف قد قفز قفزة كبيرة . الاختلاف بين وظائف أطراف الشريحة 8086 و الشريحة 8088 بسيط جدا وفي عدد محدود جدا من الأطراف كما سنرى .

قبل أن ندخل في تفاصيل وظائف هذه الأطراف يجب أن نعلم أن كل من الشريحتين تستخدم فكرة المزج الزمني time multiplexing التي سبق شرحها مع الشريحة 8085 بإسهاب ومع الكثير من الأطراف . إن فكرة المزج الزمني كما سبق وقدمناها تتلخص في أن نفس الطرف يمكن أن يحمل أكثر من إشارة في وقتين مختلفين . فمثلا الطرف AD0 يحمل إشارة عناوين وإشارة بيانات أيضا ، فهذا الخط يمثل الإشارة D0 عند لحظة معينة ، كما يمثل الإشارة A0 عند لحظة أخرى . قبل مواجهة شريحة المعالج مع أية شريحة أخرى لابد من فصل إشارة البيانات على خط منفصل وإشارة العناوين على خط آخر . تتم عملية الفصل باستخدام الطرف ALE الذي يكون واحدا عندما تكون الإشارة على الطرف AD0 مثلا تمثل عناوين ، ويكون صفرا عندما تكون الإشارة على هذا الخط تمثل بيانات .

هنا نرجو من القارئ أن يراجع الفصل الخاص بفصل أو عزل مسارات الشريحة 8085 حيث أنها هي نفسها بالضبط المستخدمة مع الشريحة 8086/8088 . شكل (1-16) يبين رسما طرفيا لكل من الشريحتين 8086/8088 حيث يمكن عرض وظائف هذه الأطراف كما يلي :

1. الخطوط AD0 إلى AD7 تحمل مزيج من إشارة العناوين و البيانات حيث تكون الإشارة على هذه الأطراف عناوين عندما يكون الطرف ALE فعال أي واحد ، وتكون بيانات عندما يكون الطرف ALE غير فعال أي صفر. هذا الكلام مطبق على كل من الشريحتين 8086 أو 8088 .

GND	1	40	Vcc	GND	1	40	Vcc
AD14	2	39	AD15	A14	2	39	A15
AD13	3	38	A16/S3	A13	3	38	A16/S3
AD12	4	37	A17/S4	A12	4	37	A17/S4
AD11	5	36	A18/S5	A11	5	36	A18/S5
AD10	6	35	A19/S6	A10	6	35	A19/S6
AD9	7	34	BHE/S7	A9	7	34	SS0
AD8	8	33	MN/MX	A8	8	33	MN/MX
AD7	9	32	RD	AD7	9	32	RD
AD6	10	31	HOLD	AD6	10	31	HOLD
AD5	11	30	HOLDA	AD5	11	30	HLDA
AD4	12	29	WR	AD4	12	29	WR
AD3	13	28	M/IO	AD3	13	28	IO/M
AD2	14	27	DT/R	AD2	14	27	DT/R
AD1	15	26	DEN	AD1	15	26	DEN
AD0	16	25	ALE	AD0	16	25	ALE
NMI	17	24	INTA	NMI	17	24	INTA
INTR	18	23	TEST	INTR	18	23	TEST
CLK	19	22	READY	CLK	19	22	READY
GND	20	21	RESET	GND	20	21	RESET

أ- الشريحة 8086 ب- الشريحة 8088

شكل (16-1) الرسم الطرفي للمعالجين 8086/8088 في الحالة الحقيقية أو الصغرى Minimum mode .

2. الخطوط AD8 إلى AD15 ، في حالة الشريحة 8088 تسمى هذه الأطراف A8-A15 حيث أنها في هذه الحالة تحمل إشارة عناوين فقط طول الوقت وليس هناك أي مزج زمني في الإشارات لأن مسار البيانات في هذه الشريحة 8 خطوط فقط وينتهي عند الطرف AD7 . أما في حالة الشريحة 8086 فإن مسار البيانات يكون 16 طرفا ، لذلك فإن الخطوط AD8-AD15 تحمل مزيجا من إشارة البيانات D8 إلى D15 وإشارة العناوين A8 إلى A15 حيث تكون الإشارة على هذه الخطوط إشارة عناوين عندما يكون الطرف ALE فعالا (1) ، وتكون

الإشارة بيانات عندما يكون الطرف ALE غير فعال (0) كما في حالة الخطوط AD0-AD7 .

3. الأطراف A16/S3 و A17/S4 و A18/S5 و A19/S6 تحمل إشارة عناوين للخطوط A16-A19 حينما يكون الخط ALE فعالا . عندما يكون الخط ALE غير فعال فإن هذه الخطوط تحمل الإشارات S3, S4, S5, S6 التي تمثل حالات مختلفة للمعالج . حيث الطرف S6 يكون صفرا دائما ، والطرف S5 يبين حالة علم المقاطعة ، والطرفين S3, S4 يبينان أي مقطع من الذاكرة يتم التعامل معه في حالة التعامل مع الذاكرة كما في جدول 1-16 .

الوظيفة	S3	S4
Extra segment	0	0
Stack segment	1	0
Code	0	1
Data	1	1

جدول 1-16

4. الطرف \overline{RD} هذا الطرف يكون فعالا (0) حينما يكون المعالج في حالة قراءة للبيانات سواء من الذاكرة أو من بوابة إدخال . أي أن البيانات الموجودة على مسار البيانات تكون داخل المعالج ولا يهم من أي مصدر تكون هذه البيانات .

5. الطرف READY . لكي يقوم المعالج بتنفيذ أي أمر ، لابد وأن يكون هذا الطرف فعالا (1) . إذا أصبح هذا الخط صفرا فإن المعالج يدخل في حالة انتظار، حيث تتجمد جميع أطراف المعالج على الحالة التي كان عليها ، ويستفاد بذلك عند مواجهة المعالج مع بعض الأجهزة الخارجية البطيئة مثل بعض شوائح الذاكرة البطيئة أو أجهزة الإدخال والإخراج مثل الطابعات والتي لا تضاهي سرعتها سرعة المعالج .

6. الطرف INTR ، حينما يكون هذا الطرف فعالا (1) تتم مقاطعة المعالج ، حيث يكمل تنفيذ الأمر المشغول به ثم يذهب لتنفيذ برنامج معين لخدمة هذه المقاطعة ، وبعد الانتهاء من هذه الخدمة يرجع المعالج إلي نفس مكان البرنامج الأساسي الذي تمت عنده المقاطعة .

7. الطرف \overline{TEST} ، الأمر WAIT والذي يمثل حالة انتظار يدخل المعالج فيها ويظل فيها طالما أن الخط TEST غير فعال (1) . عندما يصبح هذا الخط فعالا (0) فإن المعالج يخرج من حالة الانتظار ويستمر في تنفيذ البرنامج الأساسي . حالة الانتظار هنا يتم الدخول فيها بالأمر WAIT على العكس من حالة الانتظار

التي يتم الدخول فيها بجعل الخط READY صفرا ، حيث تنتهي هذه الحالة برجوع الخط READY واحد مرة أخرى .

8. الطرف NMI ، وهو طرف المقاطعة الغير قابلة للحجب أو غير المقنعة ، حيث تتم مقاطعة المعالج هنا بانتقال الخط NMI من الصفر إلى الواحد (أي عند الحافة الصاعدة) ، ولايهم هنا أن يكون علم المقاطعة يساوي واحد ، وتوضع على هذا الطرف إشارات المقاطعة المهمة مثل إشارات انقطاع القدرة مثلا .

9. الطرف RESET ، أو إعادة الوضع ، حيث عندما يكون هذا الطرف واحد فإن المعالج يذهب فورا إلى عنوان الذاكرة FFF0H ويبدأ التنفيذ من هناك . وفي العادة يكون عند هذا العنوان أمر قفز إلى مكان آخر في الذاكرة يحتوي شفرة برنامج خاص بإعادة الوضع للمعالج .

10. الطرف CLK يتم إدخال نبضات التزامن من على هذا الطرف بالتردد المطلوب و duty cycle أو زمن ON/OFF بنسبة 33% حتى نضمن التزامن المطلوب لجميع العمليات التي ينفذها المعالج .

11. الطرف Vcc حيث يوضع جهد القدرة الثابت $5V \pm 10\%$.

12. الطرف GND وهما طرفان يجب أن يكونا متصلين بباقي أطراف الأرضى في النظام الخارجي .

13. \overline{MN}/MX ، وهو طرف الحالة حيث عندما يكون هذا الطرف (1) فإن المعالج يعمل في الحالة الصغرى Minimum ، وإذا كان هذا الطرف (0) فإن المعالج يعمل في الحالة العظمى Maximum . الحالة الصغرى هي الحالة العادية للمعالج 8086 ، وأما الحالة العظمى فهي حالة المعالج عندما يتعامل مع معالج العمليات الحسابية 8087 .

14. الطرف $\overline{BHE}/S7$ يستخدم هذا الخط لتنشيط البايث ذات القيمة العظمى من مسار البيانات D0-D15 في أثناء قراءة أو كتابة البيانات . هذه الإشارة تمتزج مع إشارة الحالة S7 . هذا الطرف بالطبع موجود فقط في المعالج 8086 الذي يتعامل على أساس أن البيانات الخارجية 16 بت .

15. الطرف \overline{IO}/M في المعالج 8088 هذا الطرف يبين ما إذا كانت الإشارة الموجودة على مسار العناوين تمثل عنوان في ذاكرة أم عنوان لوحدة إدخال أو إخراج . هذا الخط يكون (1) إذا كانت الإشارة تمثل عنوان في وحدة إدخال أو إخراج و يكون (0) إذا كانت الإشارة تمثل عنوان في ذاكرة . لاحظ وجود شرطة على الحرف M في اسم هذا الطرف . في حالة المعالج 8086 تكون الإشارة على هذا الطرف معكوسة ورمز الخط في هذه الحالة هو M/\overline{IO} .

16. الطرف \overline{WR} مثل الطرف \overline{RD} يكون فعالا (0) في حالة كتابة بيانات في الذاكرة أو أي وحدة إخراج .

17. الطرف \overline{INTA} ، عند الاستجابة لطلب المقاطعة على الطرف $INTR$ ، فإن المعالج يجعل الخط $INTA$ فعالاً (0) للدلالة على أنه قبل المقاطعة واعترف بها وينتظر إدخال رقم المقاطعة التي سيقوم بخدمتها على مسار البيانات .
18. الطرف ALE ، وهو خط مسك العنوان $Address\ latch\ enable$ يستخدم للدلالة على أن الإشارة الموجودة على الخطوط $AD0-AD15$ تمثل عناوين أم بيانات . عندما يكون هذا الخط واحد فإن الإشارة على هذه الخطوط تمثل عنوان وعندما يكون الخط ALE صفراً فإن الإشارة على هذه الخطوط تمثل بيانات . يستخدم هذا الخط لفصل إشارة العناوين عن البيانات كما سنرى .
19. الخط DT/\overline{R} ، خط إرسال أو استقبال البيانات حيث يستخدم هذا الخط لبيان إذا كانت البيانات خارجة $Transmit, T$ أو داخلة $Receive, R$ للمعالج . لذلك فإن هذا الخط سيستخدم لتحديد اتجاه البيانات عند فصل مسار البيانات كما سنرى .
20. الطرف \overline{DEN} ، طرف تنشيط مسار البيانات $Data\ bus\ enable$ ، حيث يستخدم هذا الطرف لبيان إذا كانت الخطوط $AD0-AD15$ تحمل إشارة بيانات حقيقية أم لا .
21. الطرف $HOLD$ ، عندما يكون هذا الطرف فعالاً (1) فإن المعالج يضع كل مساراته (البيانات ، والعناوين ، والتحكم) في الحالة الثالثة ، حالة المقاومة العالية ، أو بمعنى آخر فإن المعالج ينفصل عن كل المسارات الخارجية تاركاً إياها في العادة لمتحكم الاتصال المباشر بالذاكرة لاستخدامها في نقل البيانات مباشرة للذاكرة .
22. الطرف $HLDA$ ، خط استجابة للطرف $HOLD$ ويستخدمه المعالج للدلالة على أنه قبل الإشارة $HOLD$ وأنه قد تم الانفصال عن جميع المسارات حيث عند ذلك يقوم المعالج بوضع (1) على هذا الخط .
23. الطرف $\overline{SS0}$ في الشريحة 8088 عبارة عن طرف حالة حيث يستخدم مع الأطراف IO/\overline{M} و DT/\overline{R} لبيان حالة المعالج في أثناء أي دورة مسار Bus cycle . جدول 2-16 يبين هذه الحالات .
24. الأطراف $S0, S1, S2$ عبارة عن أطراف حالة تبين حالة المعالج في أثناء أي دورة مسارات وتستخدم هذه الخطوط في الحالة العظمى للمعالج فقط $Maximum\ mode$. جدول (3-16) يبين هذه الحالات ، لاحظ التشابه الموجود بينها وبين جدول 2-16 .
25. الأطراف $\overline{RQ}/\overline{GT0}, \overline{RQ}/\overline{GT1}$ تستخدم هذه الخطوط لطلب المسارات عن طريق المعالج الحسابي المساعد $Math\ coprocessor$ الخارجي في الحالة العظمى فقط $maximum\ mode$. كل من هذه الخطوط ثنائي الاتجاه حيث عليها يطلب المعالج المساعد المسارات ، وعليها أيضاً يستجيب المعالج ليخبر المعالج

الخارجي بأن المسارات متاحة . هذه الخطوط ممزوجة مع الإشارات HOLD و HOLDA .

الوظيفة	$\overline{SS0}$	$\overline{DT/R}$	$\overline{IO/M}$
حالة اعتراف بالمقاطعة Interrupt acknowledge	0	0	0
قراءة من الذاكرة Memory read	1	0	0
كتابة في الذاكرة Memory write	0	1	0
توقف Halt	1	1	0
تعامل مع شفرة أمر Code access	0	0	1
قراءة من بوابة إدخال I/O read	1	0	1
كتابة في بوابة إخراج I/O write	0	1	1
حالة خمول Remains passive	1	1	1

جدول 2-16

الوظيفة	$\overline{S0}$	$\overline{S1}$	$\overline{S2}$
حالة اعتراف بالمقاطعة Interrupt acknowledge	0	0	0
قراءة من بوابة إدخال I/O read	1	0	0
كتابة في بوابة إخراج I/O write	0	1	0
توقف Halt	1	1	0
تعامل مع شفرة أمر Code access	0	0	1
قراءة من الذاكرة Memory read	1	0	1
كتابة في الذاكرة Memory write	0	1	1
حالة خمول Remains passive	1	1	1

جدول 3-16

26. الطرف \overline{LOCK} ، يستخدم في الحالة العظمى فقط (طرف 29) ، حينما يكون هذا الطرف فعالاً (0) يمنع أي معالج خارجي من الاتصال بالمسارات . بعض الأوامر تستفيد بهذا الخط حتى تضمن اكتمال تنفيذها دون أي تدخل من المعالجات الخارجية .

27. الأطراف QS0-QS1 (الأطراف 25 و 24) عبارة عن خطوط حالة تبين حالة الطابور Queue الموجود في وحدة مواجهة المسارات لبيان إذا كان هذا الطابور فارغ أو ممتلئ . لاحظ أن هذا الطابور يتكون من 6 بايت في حالة المعالج 8086 و 4 بايت في حالة المعالج 8088 . هذه الخطوط فعالة في الحالة العظمى فقط

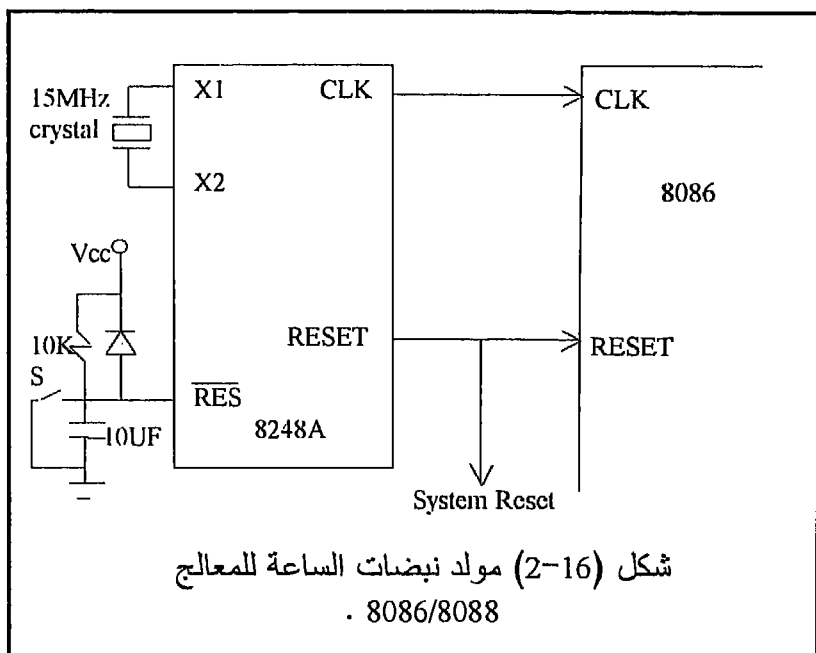
1-2-16 نبضات الساعة clock للمعالج 8086

كما رأينا سابقا فإنه لا بد من إدخال نبضات ساعة مربعة الشكل سابقة التجهيز إلى الطرف CLK وهو الطرف رقم 19 في الشريحة . تردد هذه النبضات حوالي 5 ميغاهرتز ، و النسبة الدورية لها 33% . هذه النبضات يتم تزامن جميع عمليات المعالج معها . لقد تم إنتاج شريحة بواسطة شركة Intel تعطى هذه النبضات بالموصفات المطلوبة للمعالج 8086 كما أنها تأخذ الإشارة Reset من المستخدم وتقدمها للمعالج بالموصفات و التزامن المطلوب ، وكذلك الإشارة READY . هذه الشريحة هي الشريحة Intel 8284A . هذه الشريحة لها طرفان X1 و X2 يوصل عليها بلورة crystal بالتردد المناسب ، كما يوصل عليها المفتاح RESET كما في شكل (16-2) . بالطبع ليس بالضرورة استخدام الشريحة 8284A بالذات ولكن يمكن استخدام أى مولد نبضات بالموصفات المطلوبة ، ولكن يفضل استخدامها بالذات تجنباً للكثير من المشاكل وتوفير الكثير من المكونات التي قد تكون مضطراً لاستخدامها .

16-3 عزل مسارات المعالج 8086

إن عملية عزل (فصل) مسارات المعالج 8086 هي نفسها تماماً عملية عزل مسارات المعالج 8085 حيث أن كل من المعالجين يستخدم فكرة المزج الزمني لمسارى البيانات والعناوين . لذلك فإننا نحيل القارئ هنا لمراجعة عملية فصل كل من مسار العناوين والبيانات للشريحة 8085 والتي سبق شرحها . شكل (16-3) يبين كيفية فصل مسارى العناوين والبيانات وبعض خطوط التحكم للشريحة 8086 . نلاحظ من هذا الشكل استخدام ثلاث شرائح 74373 لمسك إشارة العناوين في الفترة التي يكون فيها الطرف ALE فعالاً (1) . لاحظ اتصال هذا الطرف بالثلاث شرائح ، أما الطرف OE لكل شريحة فتم توصيله بالأرضى حتى يكون خرج هذه الشرائح فعالاً دائماً . بذلك نضمن مسك إشارة خطوط العناوين A0 - A19 وفصلها عن إشارة البيانات . نلاحظ أيضاً في نفس الشكل

استخدام شريحتين 74245 للحصول على إشارة البيانات . الشريحة 74245 كما نعلم ثنائية الاتجاه ولذلك فإن اتجاه البيانات فيها تم التحكم فيه باستخدام الطرف $\overline{DT/R}$ الذى تم توصيله على خط التحكم فى الاتجاه DIR فى الشريحة 74245 بذلك نضمن مرور البيانات فى الاتجاه السليم حسب خروجها من المعالج . لابد أيضا أن تكون الشريحة 74245 فعالة فقط أثناء وجود إشارة بيانات محققة على الأطراف AD15-AD0 لذلك تم استخدام الطرف \overline{DEN} الذى يكون فعالا (0) كما ذكرنا من قبل عند وجود بيانات محققة على هذه الأطراف . لذلك تم توصيل الطرف \overline{DEN} بالطرف CS للشريحة 74245 .

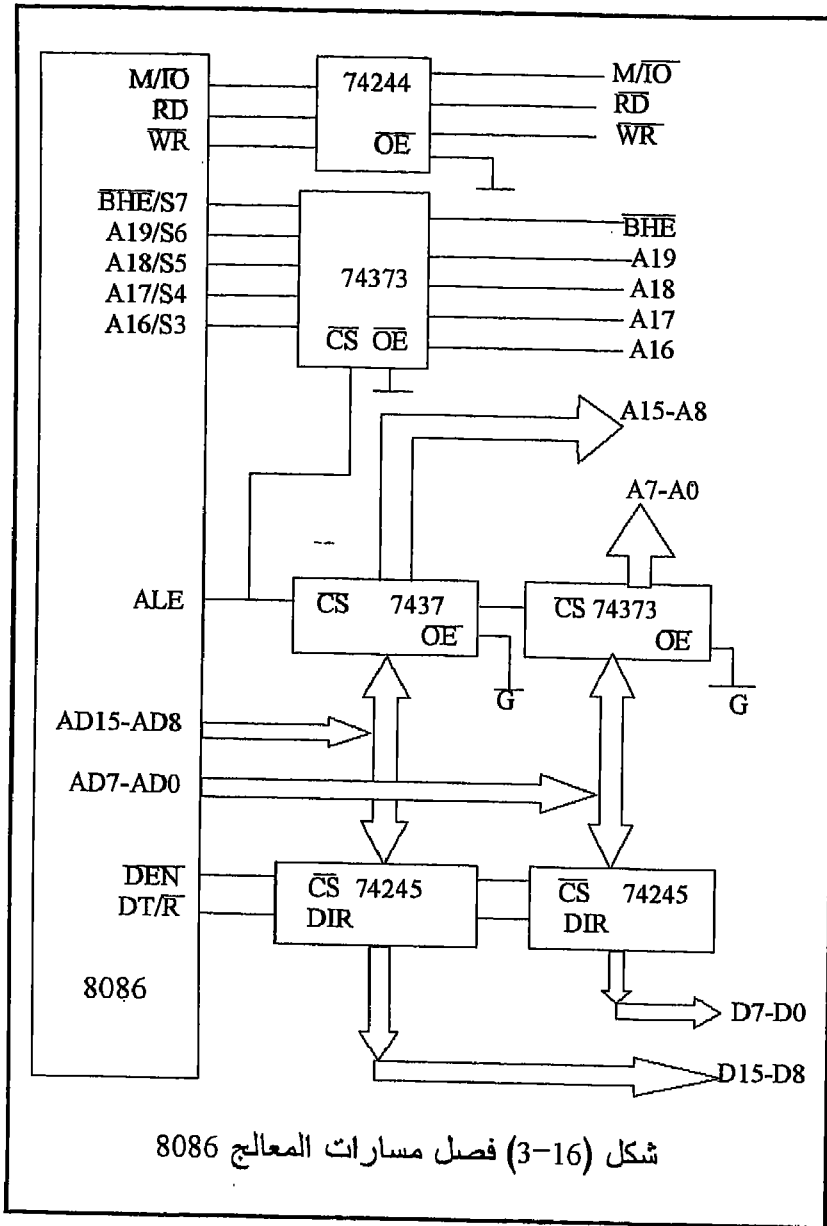


لقد تم استخدام الشريحة 74244 لفصل بعض خطوط التحكم مثل الخطوط $\overline{IO/M}$, \overline{RD} , \overline{WR} , وهذه الخطوط غير ممزوجة زمنيا مع أى إشارات أخرى لذلك فعملية الفصل هنا تكون من قبيل عمل حساب الأحمال التى ستوصل على هذه الخطوط .

4-16 مواجهة الشريحة 8086/8088 مع الذاكرة

المعالج 8088 له مسار بيانات 8 بت ومسار عناوين 20 بت ، وعلى ذلك فإنه يستطيع التعامل مع ذاكرة مقدارها 1 ميجابايت . و تتم مواجهته مع هذه الذاكرة

بنفس الطريقة التي درسناها مع أي معالج من المعالجات 8 بت التي سبق دراستها ، وننصح هنا بمراجعة الفصل الخاص بمواجهة الذاكرة .



كما رأينا فإن شرائح الذاكرة القابلة للقراءة فقط ROM يكون لها خطي تحكم في العادة وهما الخط \overline{CS} أو أحيانا يسمى \overline{CE} وهو خط اختيار الشريحة Chip Select أو خط تنشيط الشريحة Chip Enable حيث لا بد أن يكون هذا الطرف

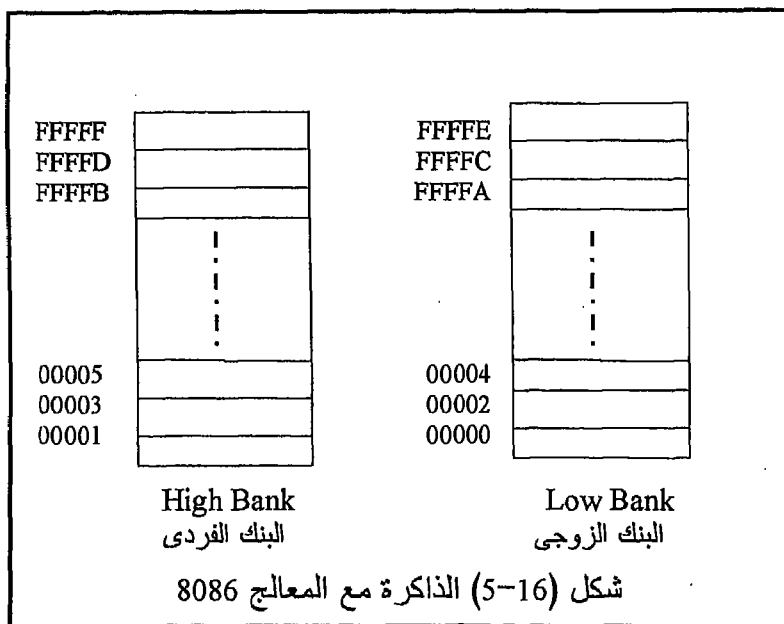
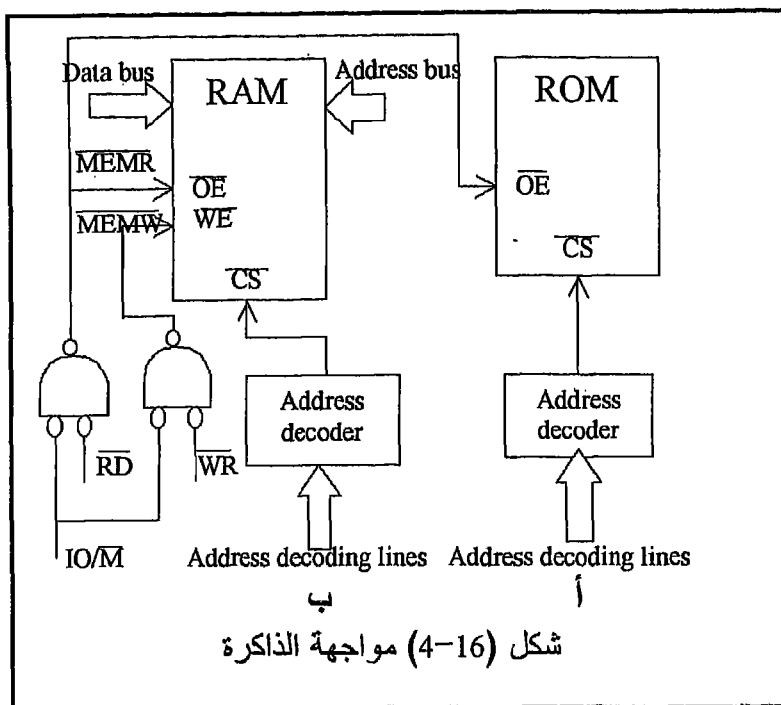
فعالا (0) حتى تعمل هذه الشريحة . هذا الطرف يوصل في العادة بخرج مشفر العناوين Address Decoder الذي نضمن به أن هذه الشريحة لن تعمل إلا في حالة وجود عنوان يقع ضمن المدى العنواني لهذه الشريحة والمحدد بمشفر العناوين . خط التحكم الثاني في شرائح ROM هو الخط \overline{OE} والذي عندما يكون فعالاً يسمح بخروج البيانات المطلوب قراءتها على مسار البيانات لهذه الشريحة وبالتالي يستطيع المعالج قراءتها . هذا الطرف \overline{OE} يوصل في العادة بالإشارة \overline{MEMR} والذي يكون فعالاً عندما يكون كلا من الخطين \overline{RD} و $\overline{IO/M}$ صفراً .

شكل (16-4) يبين كيفية توصيل شرائح ROM على المعالج . بالنسبة لشرائح ذاكرة القراءة والكتابة RAM يكون لها ثلاث خطوط تحكم ، أولها يكون الخط \overline{CS} أو \overline{CE} كما ذكرنا سابقاً ، وثانيها يكون الخط \overline{OE} كما هو موجود في شرائح ROM ، وأما الخط الثالث فهو الخط \overline{WE} أو خط تنشيط الكتابة Write Enable والذي يجب أن يكون فعالاً عند التسجيل أو الكتابة في شريحة RAM . هذا الخط يوصل عادة بخط التحكم \overline{MEMW} المكون من الخطين \overline{WE} و $\overline{IO/M}$ القادمان من المعالج . شكل (16-4ب) يبين ذلك .

إن مواجهة المعالج 8086 تختلف كثيراً عن مواجهة المعالج 8088 وكل المعالجات السابقة ، حيث أن المعالج 8086 يكون مسار البيانات فيه 16 بت ، ويكون هناك أوامر تتعامل مع هذا المسار على أساس 16 بت وأوامر أخرى تتعامل مع مسار البيانات على أساس 8 بت . لذلك فإن عملية المواجهة هنا يجب أن تأخذ ذلك في الحسبان . مسار العناوين للمعالج 8086 يتكون من 20 بت و لذلك فإنه سيتعامل مع ذاكرة مقدارها 1 ميجابايت إذا كان سيتعامل على مستوى البايت . أما إذا تعامل على مستوى 16 بت (الكلمة) فإنه سيتعامل مع نصف هذه الكمية ، أي نصف ميجاورد أو 512 كيلوورد . يتم ذلك بالطبع من خلال توصيلة خاصة للذاكرة مع كل من مساري البيانات والعناوين .

المعالج 8086 ينظر للذاكرة على أنها مقسمة نصفين أو بنكين . البنك الأول هو مجموعة البيانات ذات العناوين الزوجية ، والبنك الثاني هو مجموعة البيانات ذات العناوين الفردية كما في شكل (16-5) . البنك الأول أو الزوجي يسمى البنك الأدنى Lower Half لأنه يحمل نصف المعلومة الأدنى D0-D7 ، ويتم تنشيط هذا النصف باستخدام خط العناوين A0 الذي يكون صفراً عند التعامل مع أي عنوان زوجي حيث أن أي رقم زوجي تكون أول بت فيه تساوي صفراً . أما البنك الأعلى من المعلومة D8-D15 فيتم تخزينه في البنك الأعلى من الذاكرة Higher half ويستخدم في ذلك خط التحكم \overline{BHE} الذي يكون فعالاً (0) عند التعامل مع أي بايت في البنك العلوي . إذن معنى ذلك أن الخط A0 سيكون صفراً في حالة التعامل مع النصف الأدنى من الذاكرة على أساس 8 بت فقط ، ويكون أيضاً صفراً في حالة التعامل مع الذاكرة على أساس 16 بت . أما الخط

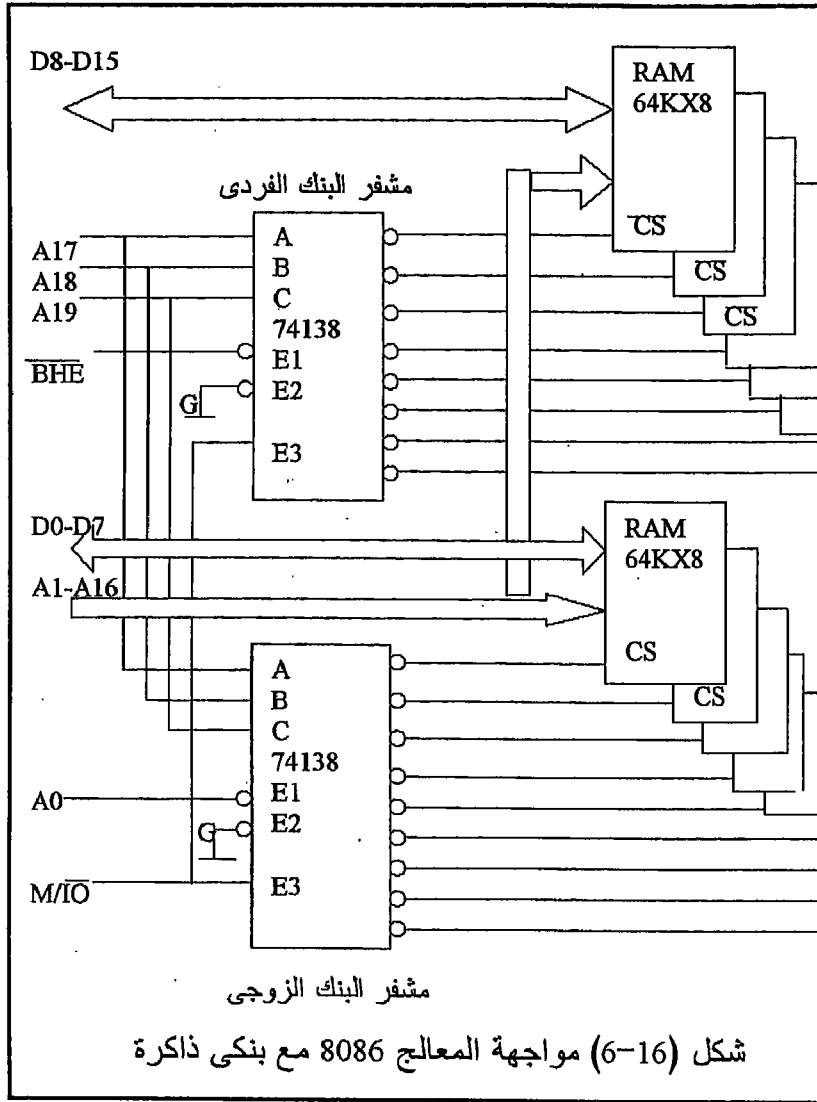
\overline{BHE} فيكون فعالاً (0) في حالة التعامل مع البنك الأعلى من الذاكرة على أساس 8 بت ، أو التعامل مع الذاكرة على أساس 16 بت .



شكل (16-6) يبين كيفية استخدام مشفرين للعناوين للتعامل مع ذاكرة مقدارها 1 ميجابايت مقسمة إلى نصفين زوجي وفردى ، وكل نصف مكون من 8 شرائح كل منها 64 كيلوبايت . لاحظ ان كل من المشفرين تم توصيل خطوط التحكم لهم A, B, C على خطوط العناوين A17, A18, A19 على التوالي . أما خط التنشيط E3 في كل من المشفرين يتم توصيله على الخط M/\overline{IO} والذي يكون واحد عند التعامل مع الذاكرة على العكس من الشريحة 8088 التي يكون فيها هذا الخط صفرا عند التعامل مع الذاكرة ، ولذلك فإن هذا الخط يرمز له بالرمز IO/\overline{M} في حالة الشريحة 8088 . أما خط التحكم E2 فتم توصيله بالأرضي في الشريحتين ليكون فعالا دائما ، وأما خط التحكم \overline{EI} في المشفر الأول فمتصل بخط العناوين A0 ليختار النصف الأدنى أو الزوجي من الذاكرة ، والخط \overline{BHE} تم توصيله على الخط \overline{EI} في المشفر الثاني الذي يختار النصف الأعلى أو الفردي من الذاكرة . لذلك فإنه عند التعامل مع الذاكرة على أساس 16 بت فإن كل من A0 و \overline{BHE} يكونان فعالان (0) ويتم التعامل مع نصفى الذاكرة في نفس الوقت حيث يتم قراءة أو كتابة البيانات على مسار البيانات بالكامل D0-D15 .

أما عند التعامل مع أحد النصفين الزوجي أو الفردي فإنه إما أن يكون الخط A0 فعالا (0) أو يكون الخط \overline{BHE} فعالا (0) وبذلك نضمن التعامل مع أحد النصفين في حالة التعامل على أساس 8 بت .

في شكل (16-6) نلاحظ أن الخط A0 تم توصيله كخط تنشيط لمشفر النصف الزوجي من الذاكرة ، ثم بعد ذلك تم توصيل الخط A1 من المعالج بالخط A0 في الذاكرة ، والخط A2 من المعالج بالخط A1 في الذاكرة ، و بذلك نضمن التعامل مع كل بايت في الذاكرة في حالة التعامل على أساس 8 بايت ؛ أي سيتم استخدام جميع الواحد ميجابايت من الذاكرة . البعض سيقول لماذا لم تستخدم الخط A0 من المعالج على الخط A0 في الذاكرة وفي نفس الوقت نستخدمه على التوازي لتنشيط المشفر وباقي خطوط العناوين يتم توصيلها كل مع ما يناظره . حاول أن تتخيل هذا التوصيل وتابع عملية التعامل مع عناوين الذاكرة ابتداء من العنوان 0000 ثم العنوان 0001 ثم العنوان 0002 وهكذا ستجد أن عملية التخزين ستتم في بايت وتترك الأخرى مما يعني أن التعامل سيتم مع نصف كمية الذاكرة فقط ولن يمكن استخدام النصف الآخر منها ، ولذلك يجب تجنب استخدام هذه الطريقة للتوصيل .



5-16 الإدخال والإخراج من وإلى المعالج 8086/8088

لقد سبق شرح عملية الإدخال و الإخراج من وإلى المعالجات Z80 و 8085 في فصل سابق ورأينا أن هناك طريقتان للإدخال و الإخراج . الطريقة الأولى هي باستخدام الأمرين IN و OUT وسميت هذه الطريقة بطريقة الإدخال والإخراج

المباشر ، كما أن هناك طريقة أخرى للإدخال والإخراج وهي استعمال عناوين الذاكرة في ذلك . وهذا ما أسميناه بطريقة خرائط الذاكرة للإدخال والإخراج . كلا الطريقتين سنستخدمهم أيضا مع المعالج 8086 ولذلك ننصح بمراجعة هذا الفصل بالكامل ، لأننا سنبنى على ما به من معلومات .

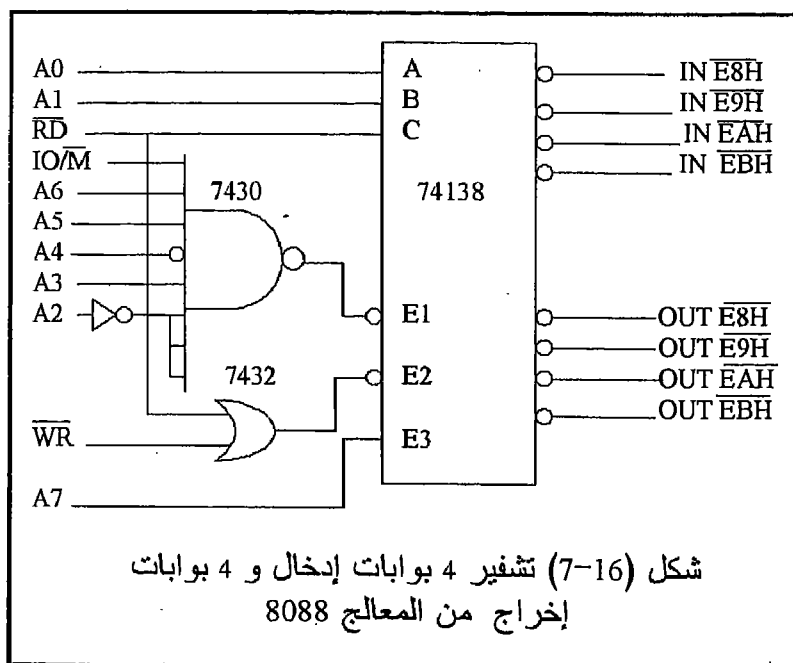
16-5-1 أوامر الإدخال والإخراج للمعالج 8086/8088

جدول 16-4 يبين جميع الحالات الممكنة لأوامر الإدخال والإخراج للمعالج 8086/8088 نلاحظ من هذا الجدول ما يلي :

- عنوان أي بوابة من الممكن أن يكون 8 بت أو 16 بت بحيث عندما يكون العنوان 16 بت فإنه يوضع في المسجل DX . أما إذا كان العنوان 8 بت فإنه يوضع مباشرة في الأمر ، فمثلا الأمر IN AL,DX سوف يقرأ محتويات البوابة التي عنوانها موجودا في السجل DX (16بت) ويضعها في السجل AL . يمكن أيضا قراءة بوابة مكونة من 16 بت كما في الأمر IN AX,0005 حيث سيقرأ البوابة رقم 0005 المكونة من 16 بت ويضعها في المسجل AX (16بت) . بالطبع فإن الأوامر التي تتعامل مع بوابات 16 بت ستكون محققة فقط مع المعالج 8086 حيث أن له مسار بيانات خارجي من 16 بت كما نعلم .
 - الأمر IN AX,DX سيقرأ محتويات البوابة المكونة من 16 بت والتي يوجد عنوانها في المسجل DX ويضع هذه المحتويات في المسجل AX . لاحظ أنه طالما أن عنوان البوابة مكون من 16 بت فإن ذلك يعني أنه من الممكن التعامل مع 64 ك من بوابات الإدخال و الإخراج وهذا كما نرى كم هائل من بوابات الإدخال والإخراج إذا ما قورن بالمعالج 8085 أو المعالج Z80 .
 - جميع أساسيات الإدخال والإخراج التي درسناها في الفصول السابقة مطبقة هنا من حيث أنه لا بد من عملية تشفير لعنوان البوابة ، كما أن عملية إدخال البيانات لا بد وأن تكون من خلال عازل Buffer ثلاثي المنطق مثل الشريحة 74374 . عملية تشفير البوابات لا بد أن تأخذ في الحسبان الطرف IO/\overline{M} أو \overline{M}/IO والذي يحدد متى يتعامل المعالج مع بوابات إدخال أو إخراج .
- شكل (16-7) يبين مشفر لثمان بوابات ، أربعة منها للإدخال وأربعة للإخراج باستخدام المشفر 74138 . هذا المشفر يستخدم مع المعالج 8088 حيث أنه ثمان بتات فقط ، ونلاحظ أن عملية التشفير هنا هي نفسها عملية التشفير التي كنا نستخدمها مع المعالجات 8085 أو Z80 . لاحظ استخدام خطوط التحكم IO/\overline{M} و \overline{RD} و \overline{WR} .

تعلـيق	عرض البيانات	الأمر
قراءة بوابة 8 بت عنوانها 8 بت (d8)	8	IN AL,d8
قراءة بوابة 8 بت عنوانها في (DX)	8	IN AL,DX
قراءة بوابة 16 بت عنوانها 8 بت (d8)	16	IN AX,d8
قراءة بوابة 16 بت عنوانها في (DX)	16	IN AX,DX
كتابة في بوابة 8 بت عنوانها 8 بت (d8)	8	OUT d8,AL
كتابة في بوابة 8 بت عنوانها في (DX)	8	OUT DX,AL
كتابة في بوابة 16 بت عنوانها 8 بت (d8)	16	OUT d8,AX
كتابة في بوابة 16 بت عنوانها في (DX)	16	OUT DX,AX

جدول 4-16



بما أن المعالج 8086 يختلف في طريقة تعامله مع الذاكرة عن المعالج 8088 نتيجة الاختلاف في مسار البيانات فإن هذا ينعكس أيضا على طريقة الإدخال والإخراج للبيانات وبالذات في حالة إدخال أو إخراج بيانات من 8 بت ، وستكون المشكلة في هذه الحالة هي هل ستستخدم النصف الأدنى من مسار

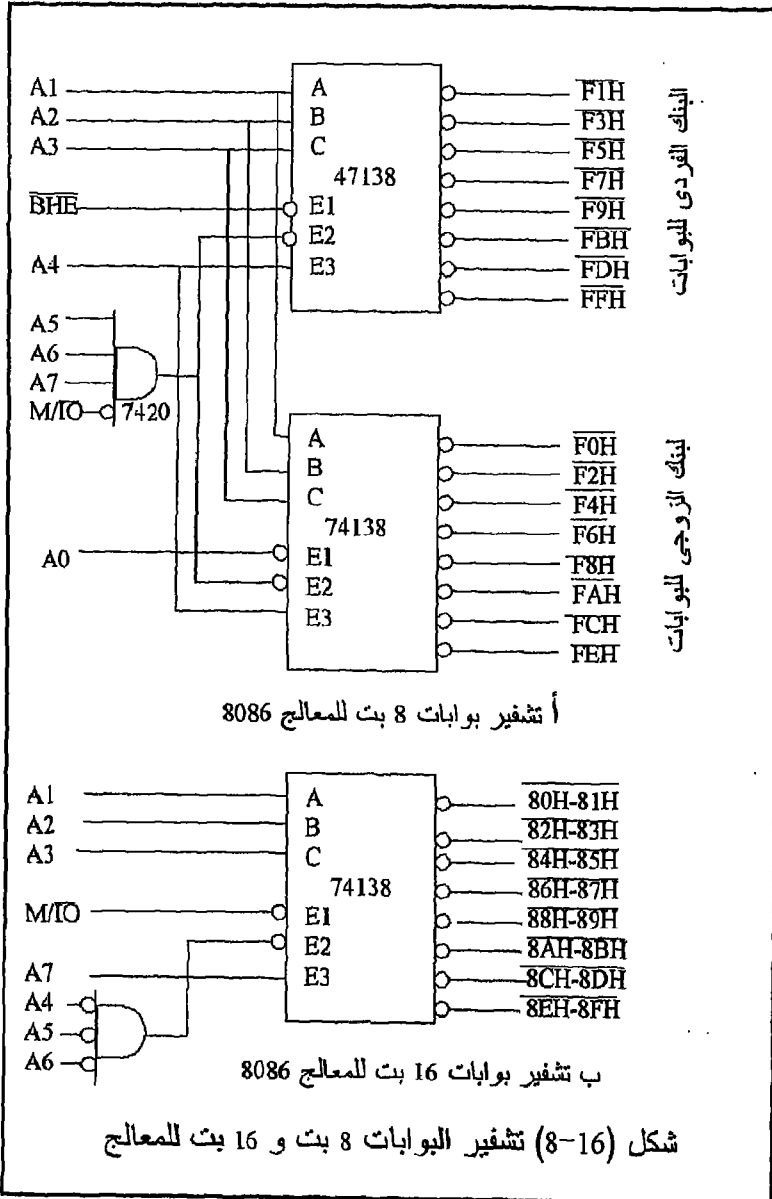
البيانات أم النصف الأعلى ، أم النصفين معا في حالة إدخال أو إخراج بيانات من 16 بت حيث في هذه الحالة لن تكون هناك أي مشكلة ، المشكلة فقط هي في حالة التعامل مع بيانات وبوابات من 8 بت . إن أسهل الطرق لتجنب هذه المشكلة هي التعامل إما مع النصف الأدنى فقط وفي هذه الحالة نجعل الخط A_0 فعالا دائما (0) ؛ أو النصف الأعلى فقط وفي هذه الحالة نجعل الخط \overline{BHE} فعالا (0) . شكل (16-8) يبين ذلك حيث تم استخدام مشفرين 74138 أحدهما يشفر لثمان بوابات بأرقام زوجية F_0, F_2, F_4, \dots والآخر يشفر لثمان بوابات فردية F_1, F_3, F_5, \dots . شكل (16-8ب) يبين كيفية توصيل المشفر 74138 لتشفير ثمان بوابات ذات 16 بت عناوينها هي 80-81 و 82-83 و 84-85 ، لاحظ عدم استخدام الخطين A_0 و \overline{BHE} في عملية التشفير حيث تم الاستغناء عنهما في هذه الحالة . في هذه الحالة مجرد وضع العنوان 80H مثلا سينشط الخرج الأول من المشفر وبالتالي ينشط نصفى البوابة 16 بت الملحقة بهذا الخط معا وفي نفس الوقت .

16-5-2 البوابات القابلة للبرمجة PPI

لقد سبق دراسة الشريحة 8255 في فصل سابق و كيفية مواجهتها مع المعالجات ذات 8 بت والأمر لا يختلف كثيرا هنا ؛ لذا نحيل القارئ لمراجعة هذا الفصل . هناك بعض الشرائح الأخرى القابلة للبرمجة والكثيرة الاستخدام بالذات في مجال الحاسبات و سنعطي هنا فكرة سريعة عن بعض هذه الشرائح دون الدخول في تفاصيل مواجهة هذه الشرائح . في حالة احتياج القارئ لتفاصيل أكثر عن هذه الشرائح فإننا نحيله إلى الكتالوجات الخاصة بهذه الشرائح والمراجع الموجودة في آخر الكتاب .

16-6 شريحة مواجهة لوحة المفاتيح القابلة للبرمجة 8279

الشريحة 8279 هي شريحة قابلة للبرمجة يمكن بها مواجهة لوحة المفاتيح وكذلك إظهار البيانات التي يتم إدخالها من هذه اللوحة . يمكن توصيل حتى 64 مفتاح على هذه الشريحة ، وتحتوي الشريحة على عازل buffer يمثل طابورا يسمح بتخزين 8 حروف من لوحة المفاتيح ثم استدعاء هذه الحروف على أساس من يصل أولا يخرج أولا عن طريق المعالج . جزء الإظهار يقوم بمسح 16 مكان من أماكن الذاكرة التي تحتوي شفرات البيانات الثمانية المطلوب إظهارها .



16-7 المؤقت القابل للبرمجة Programmable Interval Timer, PIT 8254

تحتوي هذه الشريحة على ثلاث عدادات كل منها 16 بت ، وكل منها قابل للبرمجة . كل واحد من هذه العدادات قادر على العد الثنائي أو العد العشري المكون ثنائيا BCD وبترددات تصل إلى 10 ميغاهيرتز . يمكن استخدام هذه الشريحة في العديد من التطبيقات مثل الساعة الحقيقية Real time clock ، عدادات الأشياء ، التحكم في سرعة موتور واتجاهه مثل موتور الأسطوانة الصلبة أو حتى أي موتور ، والكثير من التطبيقات الأخرى التي يكون الزمن فيها عاملا مهما .

إن الحصول على أزمنة تأخير يمكن أن يتم باستخدام بعض أوامر أي لغة من لغات البرمجة ، فمثلا في لغة الأسمبلي يمكن الحصول على زمن تأخير باستخدام حلقة مغلقة كالتالي :

```
MOV CX,0055H
```

```
XX : NOP
```

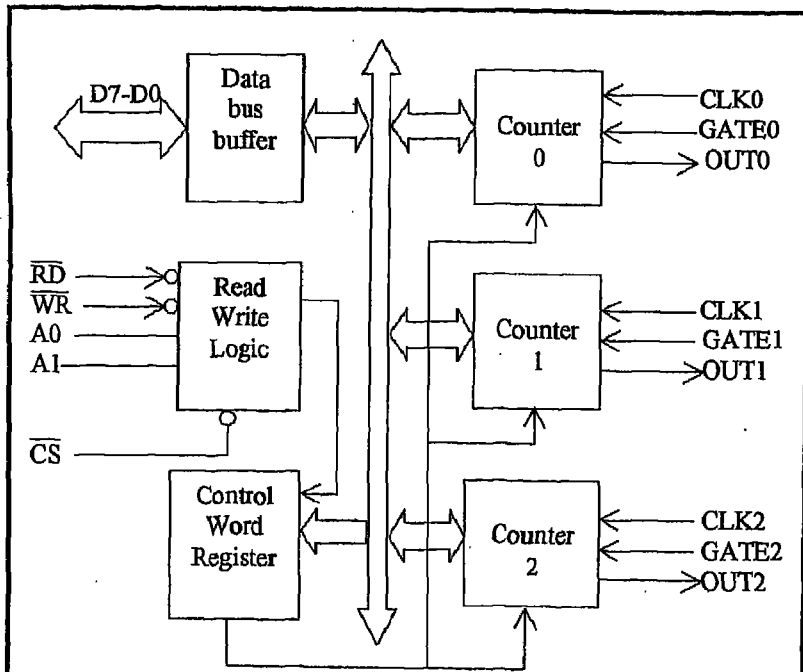
```
LOOP XX
```

حيث سيتم تنفيذ هذه الحلقة عدد من المرات مقداره العدد الموجود في المسجل CX . والمعروف أن كل واحد من هذه الأوامر ينفذ في عدد معين من نبضات الساعة الخاصة بالجهاز ، بحيث يمكن معرفة مقدار زمن التأخير بالضبط بمعرفة تردد إشارة نبضات الساعة الخاصة بالجهاز Clock . من المعروف أن نبضات الساعة Clock تختلف من جهاز لآخر ولذلك فإن زمن التأخير الناتج عن الحلقة السابقة لن يكون ثابتا بأي حال باختلاف جهاز الحاسب الذي تنفذ عليه هذه الحلقة . إن استخدام شرائح التوقيت مثل الشريحة 8254 يمكن بها الحصول على أزمنة تأخير ثابتة ولن تتوقف على نوع الجهاز الذي تستخدم معه لأنها تعمل على أساس نبضات ساعة ثابتة يتم توصيلها على هذه الشريحة كما سنرى .

شكل (16-9) يبين رسما صندوقيا لمحتويات هذه الشريحة وشكل (16-9ب) يبين رسما طرفيا لها . الرسم الصندوقي يوضح كيف أن هذه الشريحة مقسمة إلى جزئين أساسيين ، جزءا يواجه المعالج ، ويتكون من ثلاث أجزاء :

الأول : وهو عبارة عن عازل لمسارات البيانات D0 - D7 ويخرج منه 8 أطراف توصل على مسار البيانات (8 بت القادم من المعالج) .

الثاني : ويحتوي خطوط التحكم في القراءة و الكتابة وهي كالتالي :



أ الرسم الصندوقي

D7	1	24	Vcc
D6	2	23	WR
D5	3	22	RD
D4	4	21	CS
D3	5	20	A1
D2	6	19	A0
D1	7	18	CLK2
D0	8	17	OUT2
CLK0	9	16	GATE2
OUT0	10	15	CLK1
GATE0	11	14	OUT1
GND	12	13	GATE1
8254			

ب الرسم الطرقي

شكل (9-16) الرسم الصندوقي والرسم الطرقي للشريحة 8254

- الطرف \overline{RD} الذي يوصل على خط القراءة القادم من المعالج ، حيث عندما يكون هذا الطرف فعالا (0) فإن المعالج يستطيع القراءة من المسجلات الموجودة داخل المؤقت .
- الطرف \overline{WR} الذي يوصل على خط الكتابة القادم من المعالج ، حيث عندما يكون هذا الخط فعالا (0) فإن المعالج يستطيع كتابة أو إرسال بيانات إلي المسجلات الموجودة داخل المؤقت .
- الطرف \overline{CS} ، لكي يمكن للمعالج أن يتعامل مع الشريحة PIT فإن الطرف \overline{CS} وهو خط اختيار الشريحة Chip Select لابد وأن يكون فعالا (0) ، ويكون ذلك بالطبع عن طريق تشفير العنوان الخاص بهذه الشريحة كما رأينا عند التعامل مع الشريحة 8255 .
- الطرفان A0, A1 : هذان الطرفان يوصلان في العادة على خطى العناوين A0, A1 القادمين من المعالج حيث يتم عن طريق هذين الخطين اختيار أحد عدادات الشريحة أو مسجل التحكم داخل الشريحة تبعا للجدول 5-16 .

الوظيفة	A0	A1
العداد رقم (0)	0	0
العداد رقم (1)	1	0
العداد رقم (2)	0	1
مسجل التحكم	1	1

جدول 5-16

الثالث: هو مسجل التحكم Control Register والذي يتم فيه تسجيل كلمة تحكم Control Word من 8 بتات تمثل اختيار أحد العدادات الثلاثة ليتم التعامل معه حسب حالة تشغيل معينة من خمس حالات تشغيل سنراها بعد قليل .

الجزء الثاني أو الجانب الآخر من الشريحة PIT كما في شكل (16-9) يمثل الجانب المواجه للمستخدم ، وهو يمثل الثلاث عدادات الموجودة داخل الشريحة ، حيث لكل عداد منها ثلاث إشارات أو ثلاثة أطراف كما يلي :

- الأطراف CLKX حيث X تمثل رقم العداد (0, 1, 2) ويتم إدخال نبضات الساعة Clock التي سيقوم العداد بعدها على هذه الأطراف ، ولا بد أن يكون تردد هذه النبضات معروفا جيدا ، ويمكن أن يصل هذا التردد حتى 10 ميغاهرتز .

- الأطراف GATEX وكل طرف منها يمثل طرف تنشيط للعداد المراد التعامل معه Gate Enable .
- الأطراف OUTX وتمثل أطراف خرج للعدادات الثلاثة ، ويمكن برمجة هذه العدادات ليكون الخرج واحدا أو صفرا أو نبضات على حسب حالة التشغيل التي يعمل عليها العداد كما سنرى .
- آخر طرفان من أطراف الشريحة هما طرفي القدرة Vcc, GND .

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SC1	SC0	RW1	RW0	M2	M1	M0	BCD

SC1	SC0	العداد المختار
0	0	عداد رقم 0
0	1	عداد رقم 1
1	0	عداد رقم 2
1	1	قراءة حالة الشريحة

M2	M1	M0	الحالة
0	0	0	الحالة 0
0	0	1	الحالة 1
0	1	0	الحالة 2
0	1	1	الحالة 3
1	0	0	الحالة 4
1	0	1	الحالة 5

RW1	RW0	قراءة/كتابة
0	0	قراءة/كتابة أمر مسك العدادات
0	1	قراءة/كتابة النصف الأدنى فقط
1	0	قراءة/كتابة النصف الأعلى فقط
1	1	قراءة/كتابة النصف الأدنى ثم الأعلى

BCD	طريقة العد
0	عداد ثنائي
1	عداد عشري مكود ثنائيا BCD

شكل (16-10) كلمة التحكم Control Word للشريحة 8254

16-7-1 برمجة الشريحة 8254

كما رأينا فإن الشريحة 8254 تحتوى ثلاث عدادات كل منها 16 بت ، أى يمكن لكل منها أن يعد من 0 إلى FFFFH فى حالة العد الثنائى ، أو العد من 0 إلى

9999 في حالة العد العشري . يمكن اختيار أى واحد من العدادات الثلاثة ، وطريقة التعامل معه ، وكذلك حالة التعامل عن طريق شفرة توضع في مسجل التحكم . شكل (16-10) يبين مسجل التحكم ودلالة كل بت من بتات هذا المسجل. يحتوى شكل (16-10) أيضا على جداول توضح وظيفة كل مجموعة من مجموعات البتات في هذا المسجل كما يلي :

- البتات D6 و D7 تمثل شفرات اختيار أحد العدادات Select Counter bits ليتم التعامل معه ، أو قراءة حالة الشريحة . فإذا كان كل من بت 6 و 7 تساوى صفر فإن المقصود في هذه الحالة هو التعامل مع العداد رقم صفر ، أما إذا كانت بت 6 تساوى واحد ، وبت 7 تساوى صفر ، فإن التعامل في هذه الحالة سيكون مع العداد رقم واحد ، وهكذا . أما إذا كان كل من بت 6 و 7 تساوى واحد فإنه في هذه الحالة سيتم قراءة مسجل التحكم .

- البتات D4 و D5 تمثلان كيفية القراءة أو الكتابة من أى واحد من العدادات الذى تم اختياره بالبتات 6 و 7 . كما نعلم فإن كل عداد مكون من 16 بت ، بينما مسار البيانات للشريحة مكون من 8 بت فقط ، لذلك فإنه لابد من تحديد أى بايت (8بت) من ال 16 بت سيتم قراءتها أو الكتابة فيها . فإذا كانت البت 4 تساوى واحد والبت 5 تساوى صفر فإنه في هذه الحالة سيتم التعامل مع البايث الأولى Lower significant byte ، أما إذا كانت البت 4 تساوى صفر والبت 5 تساوى واحد فإنه سيتم التعامل مع البايث الثانية في هذه الحالة Higher significant byte وأخيرا يمكن قراءة البايث الأولى ثم الثانية مباشرة بوضع كل من البت 4 و 5 تساوى واحد . قبل قراءة أى عداد في أى لحظة لابد من مسك Latch قيمة العداد عند هذه اللحظة ووضعها في مسجل القراءة . بذلك نضمن أنه في أثناء قراءة أى بايت فإن البايث الأخرى لن تتغير في أثناء القراءة . لذلك فإنه قبل قراءة أى عداد فإنه لابد من مسك محتويات هذا العداد بوضع البتات 4 و 5 كل منها تساوى صفر .

- البتات D1 و D2 و D3 يمكن عن طريقها اختيار الحالة mode التى سيعمل عندها العداد الذى تم اختياره . بهذه الثلاث بتات يمكن اختيار حالة من ست حالات يمكن لأى عداد أن يعمل عندها كما في شكل (16-11) .

- البت رقم صفر D0 ويتم عن طريقها جعل العداد الذى يتم اختياره يعد عشري أو ثنائى . فإذا كانت هذه البت تساوى صفرا فإن العداد المختار سيعد عددا ثنائيا من 0 حتى FFFFH ، أما إذا كانت هذه البت واحد فإن العداد سيعد عشريا من صفر حتى 9999 .

PIT 2-7-16 حالات تشغيل الشريحة

الحالة 0

شكل (16-11) يبين الست حالات التي يمكن أن يعمل فيها أى عداد من العدادات الثلاثة الموجودة فى الشريحة 8254 . فى الحالة 0 وكما هو مبين فى شكل (16-11) فإن الخرج OUTX يكون واحد إلى أن يتم تحميل العداد رقم X بالرقم N ويتم تنشيط الخط GATEX حيث عندها ينزل الخرج OUTX إلى الصفر ، ويظل كذلك إلى أن ينتهى العداد X من عد N من نبضات الساعة حيث عند النبضة N+1 سيعود الخرج إلى الواحد مرة ثانية . فى هذه الحالة لابد أن يكون الخط GATEX نشط دائما .

الحالة 1

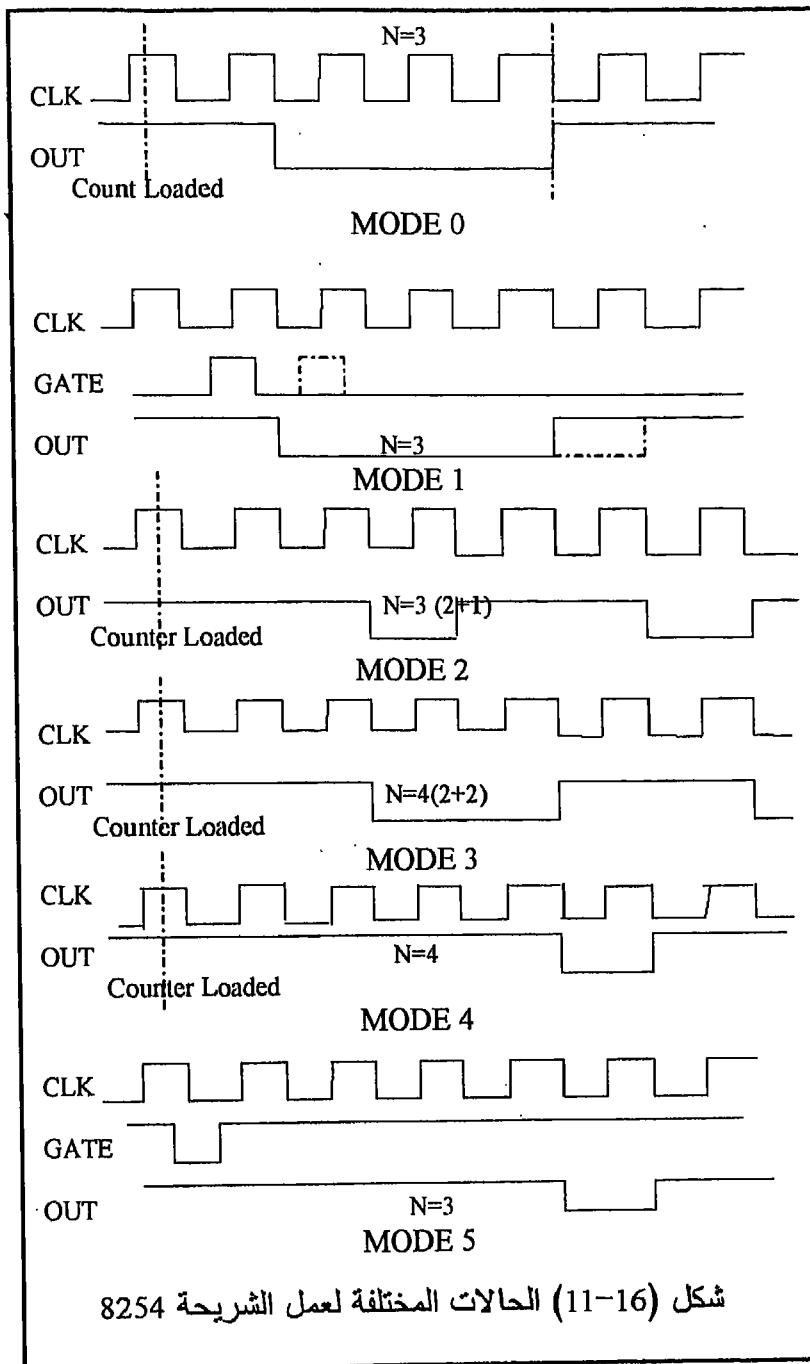
فى هذه الحالة سيعمل العداد كمؤقت أحادى الاستقرار يتم تنشيطه من الطرف GATEX حيث بإعطاء نبضة على هذا الخط فإن الخرج سينزل إلى الصفر ويظل كذلك إلى أن يصل العداد إلى القيمة المبرمجة حيث عندها يصعد الخرج إلى الواحد . لاحظ الفرق بين هذه الحالة والحالة السابقة والذي يقع فقط فى كيفية تنشيط الطرف GATEX . فى هذه الحالة إذا تم إعطاء نبضة تنشيط على الطرف GATEX أثناء نشاط الخرج ، فإن الخرج سيبدأ فترة نشاط جديدة كما فى الخطوط المنقطة فى شكل (16-11) .

الحالة 2

هذه الحالة يوضحها شكل (16-11) حيث يكون الخرج عديم الاستقرار . فى هذه الحالة يكون الخرج واحد طالما أن العداد لم يصل إلى القيمة المبرمجة عليها ، وعندما يصل إلى هذه القيمة فإن الخرج ينزل إلى الصفر لمدة زمن نبضة تزامن واحدة ثم يرجع واحد ، وهكذا يتأرجح الخرج بين الواحد والصفر بتردد وأزمنة تأخير يتم التحكم فيها بالقيمة المخزنة فى العداد . لاحظ أن الطرف GATEX فى هذه الحالة لابد أن يكون فعالا .

الحالة 3

هنا يكون الخرج أيضا عديم الاستقرار حيث يكون عبارة عن موجة مربعة يتساوى فيها زمن الواحد وزمن الصفر وكل منهما له زمن يساوى نصف الزمن الناتج عن القيمة المبرمجة فى العداد إذا كانت هذه القيمة زوجية ، أما إذا كان العداد محمل بقيمة فردية فإن زمن الصفر يكون أقل بمقدار زمن نبضة تزامن واحدة عن زمن الواحد .



الحالة 4

بعد مرور عدد من النبضات مساوى للقيمة المحملة فى العداد ، فإن خرج العداد سينزل إلى الصفر لمدة زمن نبضة واحدة فقط بعدها يعود الخرج واحد كما كان ويظل كذلك إلى أن يتم برمجة العداد مرة أخرى . يمكن إخماد النبضة الناتجة عن طريق جعل الخط GATEX يساوى صفر .

الحالة 5

هذه الحالة تشبه تماما الحالة 4 سوى أن زمن التأخير يبدأ عند إعطاء نبضة على الخط GATEX حيث بعد هذه النبضة بزمن يتحدد بالقيمة المبرمجة فى العداد ينزل الخرج للصفر لمدة زمن نبضة تزامن واحدة بعدها يرجع الخرج واحد مرة ثانية فى انتظار إعطاء نبضة أخرى على الطرف GATEX . لاحظ أن تنشيط زمن التأخير فى الحالة 4 يتم برمجيا (فقط يكون الطرف GATEX نشط) بينما فى الحالة 5 فإن زمن التأخير يتم تنشيطه بالطرف GATEX أى Hardware .

8-16 الاتصالات القابلة للبرمجة

Programmable Communication Interface, PCI 8251

الشريحة 8251 مصممة لتقوم بمواجهة نظم الاتصالات التتابعية مع المعالج . كما نعلم فإن عملية نقل البيانات إما أن تكون على التوازي ، أى أن المعلومة ترسل فى صورة بايت (8بت) كاملة على 8 خطوط إلى الهدف ، أو ترسل تتابعيا أى بت بعد بت على خط واحد مثل خط التليفون . فى العادة تستخدم الطريقة التتابعية عندما تكون المسافة بين المرسل والمستقبل كبيرة .

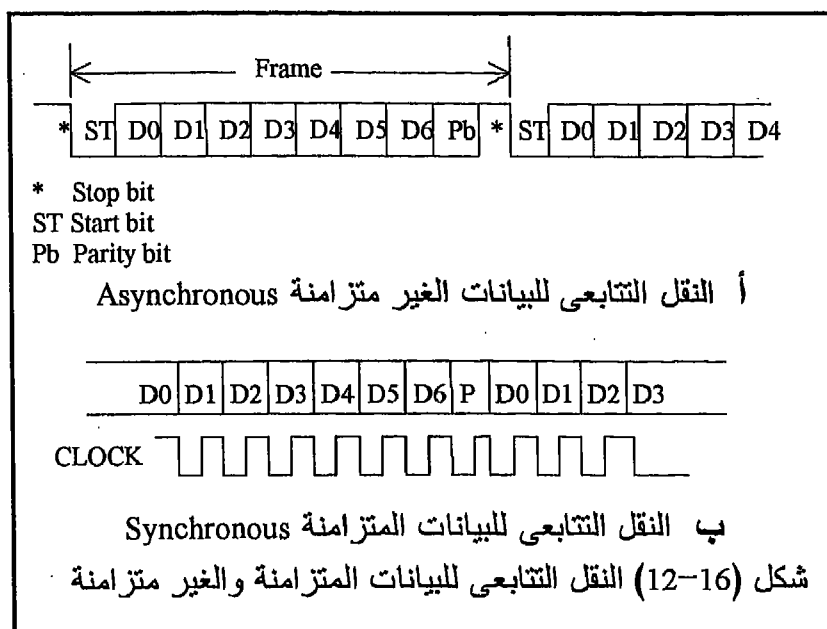
الشريحة 8251 عبارة عن مرسل Transmitter و مستقبل Receiver للبيانات الغير متزامنة Asynchronous أو البيانات المتزامنة Synchronous ، ولذلك يرمز لها بالاختصار USART والذي يعنى ما يلى :

Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter

وتتميز الشريحة بمعدلات إرسال baud rate عالية والتي تتمثل فى عدد البتات التى يمكن إرسالها فى الثانية الواحد .

البيانات الغير متزامنة هى البيانات التى يتم إرسالها واستقبالها دون الحاجة إلى نبضات تزامن Clock . شكل (16-12) يبين إطارين من البيانات كل منهما 10 بت ، وكل منهما يحتوى على بت البداية Start bit ، وسبع بتات تمثل البيانات

المرسلة Data bits ، وبت للباريتي Parity bit وأخيرا بت للنهاية Stop bit ، ونلاحظ هنا عدم وجود نبضات تزامن مع هذه البيانات .



إن مهمة الشريحة 8251 هي إضافة بتات البداية والنهاية والباريتي للبيانات المطلوب إرسالها ، ثم بعد ذلك تقوم بنقل هذه البتات مع البيانات المطلوب إرسالها على التتابع على خط الإرسال أو قناة الإرسال . عند المستقبل توجد شريحة أخرى من نفس النوع تقوم بالمهمة العكسية حيث تفصل البتات الإضافية عن البيانات الأساسية وتحسب البارييتي هل هي سليمة أم لا . أما البيانات المتزامنة فلا تحتوي بتات إضافية بجانب بتات البيانات مثل بتات البداية والنهاية ولكن جميع البتات تمثل بيانات . كل بت من بتات البيانات لابد أن تكون متزامنة مع نبضة من نبضات التزامن كما في شكل (12-16ب) ، أما بداية إطار البيانات فتحدد بحرف تزامن . لن نخوض في تفاصيل هذه الشريحة وطريقة برمجتها لقلة المتعاملين معها كشريحة منفصلة ولكن في العادة يتم التعامل معها كأحد مكونات نظام اتصالات متكامل .

9-16 الاتصال المباشر مع الذاكرة Direct Memory Access, DMA 8237A

لقد رأينا في طرق التعامل مع الأجهزة الخارجية كيف أنه لكي نخزن معلومة معينة من جهاز خارجي في الذاكرة ، فإننا لابد أن نقرأ المعلومة أولاً عن طريق المعالج ثم ننقلها بعد ذلك من المعالج إلى الذاكرة في العنوان المحدد . أى أن المعالج لابد وأن يكون وسيط في عملية نقل المعلومات من وإلى الذاكرة . مع تقدم الحاسبات وزيادة كمية البيانات التي يتم تداولها بين الأجهزة الخارجية والذاكرة الفعالة أو الأساسية ظهرت هناك فكرة تحرير المعالج من عملية الوساطة هذه بحيث تكون عملية نقل البيانات من الأجهزة المحيطة للذاكرة مباشرة ودون دخول المعالج كوسيط مما سيسرع من عملية نقل البيانات بدرجة كبيرة ، وهذا ما يطلق عليه الاتصال المباشر بالذاكرة . شكل (16-13) يبين رسماً توضيحياً لهذه العملية . نلاحظ في هذا الشكل وجود جهاز خارجي يتحكم في هذه العملية وهو عبارة عن الشريحة 8237A والتي تمر من خلالها البيانات من وإلى المعالج دون أن تستقر فيها وإلا فقدنا ميزة السرعة . هذه الشريحة يتحدد دورها في تحديد العناوين والغرض من التعامل مع الذاكرة هل هو القراءة أم الكتابة . عندما يريد أى واحد من الأجهزة الخارجية مثل الاسطوانة الصلبة أن يتصل مباشرة بالذاكرة ، فإنه يطلب ذلك من المعالج عن طريق تنشيط الخط HOLD الداخل للمعالج بجعله يساوى واحد . عند ذلك وبعد الانتهاء من تنفيذ الأمر الحالى الذى ينفذه المعالج ، يقوم المعالج بالانفصال عن المسارات الثلاثة (البيانات والعناوين والتحكم) بجعلها جميعاً في حالة المقاومة العالية أو الحالة المنطقية الثالثة . بعد ذلك يخبر المعالج الجهاز الخارجى بأنه قد انفصل عن المسارات عن طريق تنشيط الخط HLDA بجعله يساوى واحد . عندما يشعر الجهاز الخارجى بذلك يفهم أن جميع المسارات أصبحت تحت سيطرته فيبدأ فى إرسال أو استقبال البيانات بمساعدة الشريحة 8237A . يظل المعالج منفصلاً عن المسارات إلى أن يقوم الجهاز الخارجى بإخماد الخط HOLD إلى الصفر مرة أخرى حيث عندها يعود المعالج إلى السيطرة على المسارات مرة أخرى .

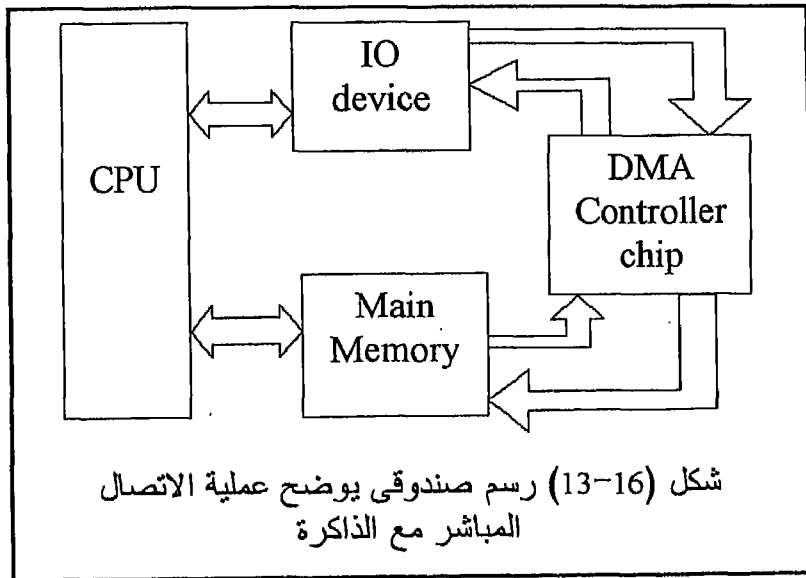
باستخدام الشريحة 8237A يمكن الاتصال المباشر بالذاكرة من خلال 4 قنوات اتصال . سنكتفى بهذا القدر من المعلومات عن هذه الشريحة لندرة استخدامها أيضاً على المستوى الشخصى واستخدامها عادة فى الأنظمة المتكاملة مثل أنظمة الحاسب .

10-16 المواجهة مع المعالجات الحسابية المساعدة Arithmetic Coprocessor 80X87

عائلة المعالجات الحسابية المساعدة Arithmetic coprocessors هي عبارة عن معالجات تقوم بتنفيذ العمليات الحسابية والمقارنات بسرعة تفوق سرعة المعالج العادى حوالى 100 مرة وبالأذاة الدوال الحسابية مثل دوال حساب المثلثات ودوال الأسس وغيرها . بالإضافة إلى ذلك فإن هذه المعالجات تسهل بدرجة كبيرة التعامل مع البيانات المختلفة مثل الأرقام الصحيحة والحقيقية ذات الدقة المختلفة .

ابتداء من المعالج 8086 حتى المعالج 80386 سنجد أن كل منها له المساعد الحسابى الخاص به والذي يعمل معه ، فمثلا المعالج 8086 مساعده الحسابى هو الشريحة 8087 ، والمعالج 80186 مساعده الحسابى هى المعالج 80187 وهكذا . ابتداء من المعالج 80486 بدأت شركة intell تضع كل معالج ومساعد الحسابى فى نفس الشريحة التكاملية بحيث أصبحت الأنظمة الحسابية لا تحتاج إلى المواجهة الخارجية مع المساعد الحسابى .

إننا لن نخوض أيضا فى تفاصيل مواجهة المعالجات المساعدة مع المعالج الأساسى لعدة أسباب منها ندرة استخدامها على المستوى الفردى ، وثانيا أن هذه المعالجات دخلت الآن ضمن مكونات المعالج العادى على نفس الشريحة بحيث أصبحت لا تنتج بصورة منفصلة .



11-16 تمارين

1. ما هو نوع الإشارة الموجودة على مسارى البيانات/العناوين حينما يكون الخط ALE فعالاً ؟

2. ما هو الغرض من خطوط الحالة S3 و S4 ؟

3. ما هى الحالة التى يكون فيها المعالج 8086/8088 حينما يكون الطرف \overline{RD} يساوى صفراً ؟

4. اشرح الأطراف التالية للمعالج 8086/8088 :

- HOLD
- HLDA
- $\overline{DT/R}$
- \overline{LOCK}
- \overline{TEST}
- READY

5. ما هو الغرض من الطرف \overline{BHE} ؟

6. لماذا نحتاج فى العادة لعملية فصل لمسارات أى معالج ؟

7. كيف نحدد اتجاه الإشارة على مسار البيانات عند استخدام الشريحة 74245 فى عملية عزل المسارات ؟

8. ما هو زمن الاتصال بالذاكرة ؟

9. ما هو الغرض من الطرف \overline{DEN} ؟

10. ما هو الغرض من الطرف \overline{CS} والطرف \overline{OE} فى أى شريحة ذاكرة ؟

11. ارسم المشفر اللازم لعنونة المدى العنوانى DF800H-FFFFH ؟

12. ارسم المشفر اللازم لعنونة المدى العنوانى 10000H-1FFFFH باستخدام 8 شرائح EPROM سعة كل منه 8 كيلوبايت .

13. أضيف 8 شرائح RAM أخرى لنظام الذاكرة الموجود فى المسألة السابقة ، الشرائح سعة كل منها 2 كيلوبايت . ابدأ المدى العنوانى لهذه الشرائح عند العنوان 20000H .

14. ما هو الغرض من الطرف A0 غير كونه خط عنونة ؟

15. اشرح كيف نحصل على الخطوط \overline{MEMR} و \overline{MEMW} فى المعالج 8086/8088 .

الفصل السابع عشر

ثم ماذا؟

What else?

1-17 مقدمة

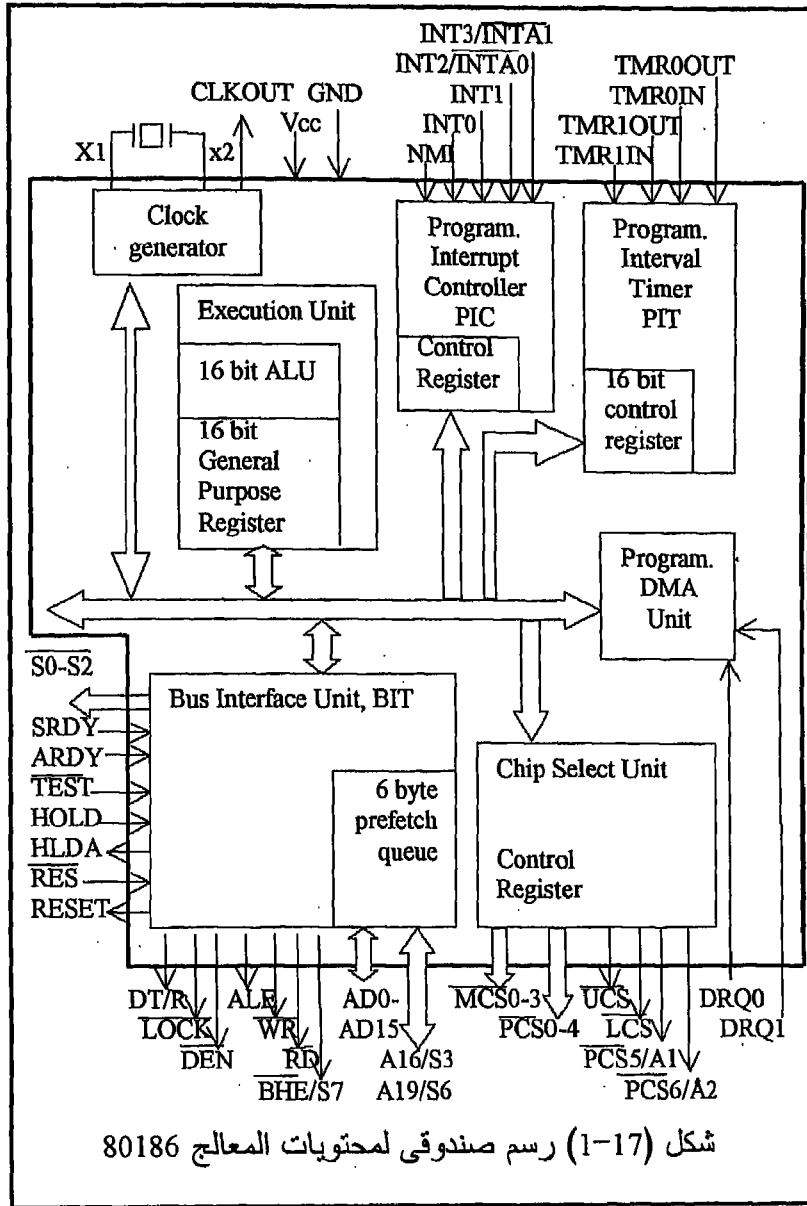
ثم ماذا بعد أن درسنا بالتفصيل المعالجات 8085 و Z80 كعينات من المعالجات ذات 8 بت والتي تتميز ببساطتها وسهولة برمجتها وسهولة مواجهتها مع الدوائر الخارجية ، ولذلك فإنها غالبا تكون هي المرشحة للاستخدام فى بناء دوائر التحكم التى نراها كثيرا فى التطبيقات الصناعية والكثير من الأجهزة الحديثة . ثم بعد ذلك درسنا بالتفصيل أيضا المعالج 8086/8088 كأحد المعالجات 16 بت والذى ، كما سنرى ، سيكون هو الأساس لكل المعالجات التالية التى سنراها فى هذا الفصل . ولذلك فإننا لن نخوض فى تفاصيل هذه المعالجات ولكننا سنكتفى بدراسة الإضافات والفروق التى تمت عليها . سنحاول بقدر الإمكان تغطية جميع المعالجات ابتداء من المعالج 80186 وانتهاء بالمعالج بنتيم برو Pentium Pro أحدث المعالجات فى الساحة الآن .

2-17 المعالج 80186

شكل (1-17) يبين رسما صندوقيا لمحتويات المعالج 80186 . هذا المعالج يشبه إلى حد كبير سابقه المعالج 8086 من حيث مسار البيانات الذى يتكون من 16 بت ومسار العناوين الذى يتكون من 20 بت . الجديد هنا هو أن الكثير من الشرائح الضرورية التى كان يستعملها المعالج 8086 وكانت توصل معه من الخارج ، تم إدخالها جميعها داخل شريحة المعالج نفسه وذلك لتبسيط دوائر المواجهة مع المعالج 80186 . المعالج 80186 له رفيق آخر وهو المعالج 80188 الذى يشبهه تماما فيما عدا أن مسار البيانات الخارجى يتكون من 8 بت بدلا من 16 بت . مازال كل من المعالجين أيضا يتكون من وحدتين أساسيتين وهما وحدة التنفيذ Execution Unit, EU ووحدة مواجهة المسارات Bus Interface Unit, BIU . شكل (1-17) يوضح البلوكات الأساسية التالية للمعالج 80186 :

1. وحدة نبضات الساعة Clock Generator

هذا المولد يحل محل الشريحة 8284A التى قدمناها فى فصل سابق والتي كانت توصل من خارج المعالج لتوفير نبضات الساعة وتوفير عمليات التزامن لكثير من إشارات التحكم مثل الطرف Ready .



هذا الب্লوك يخرج منه الطرفان X1 و X2 اللذان يوصل عليهما بلورة Crystal ذات تردد يساوى ضعف التردد المطلوب للمعالج ، فإذا كان المعالج سيعمل عند تردد 8 ميجاهيرتز مثلا فإن البلورة يجب أن يكون ترددها 16 ميجاهيرتز . يخرج أيضا من هذا الب্লوك الطرف CLKOUT الذى يحمل نبضات الساعة الناتجة من داخل المعالج إلى خارجه حتى يمكن استعمالها بأى دائرة خارجية .

2. وحدة منظم المقاطعة القابل للبرمجة

Programmable Interrupt Controller, PIC

يحتوى المعالج 80186 على الشريحة 8259A التى تقوم بتنظيم عمليات المقاطعة حسب أولويات وصولها . هناك خمس مداخل لهذا البلوك وهى خطوط المقاطعة INT0, INT1, INT2, INT3 وخط المقاطعة الغير قابل للحجب Nonmaskable Interrupt NMI .

3. وحدة المؤقتات Timers

يحتوى هذا الجزء على ثلاث مؤقتات كل منها 16 بت وكلها قابلة للبرمجة مثل الشريحة 8254A والتى نتاولناها فيما سبق بالتفصيل . كل هذه المؤقتات يمكنها أن تعمل إما على نبضات الساعة الداخلية الموجودة فى المعالج ، أو مع نبضات خارجية بأى تردد مطلوب .

4. وحدة الاتصال المباشر بالذاكرة

Direct Memory Access, DMA

يحتوى المعالج 80186 على وحدة اتصال مباشر بالذاكرة DMA ذات قناتى اتصال قابلة للبرمجة مشابهة تماما للشريحة 8237A .

5. وحدة اختيار الشرائح القابلة للبرمجة

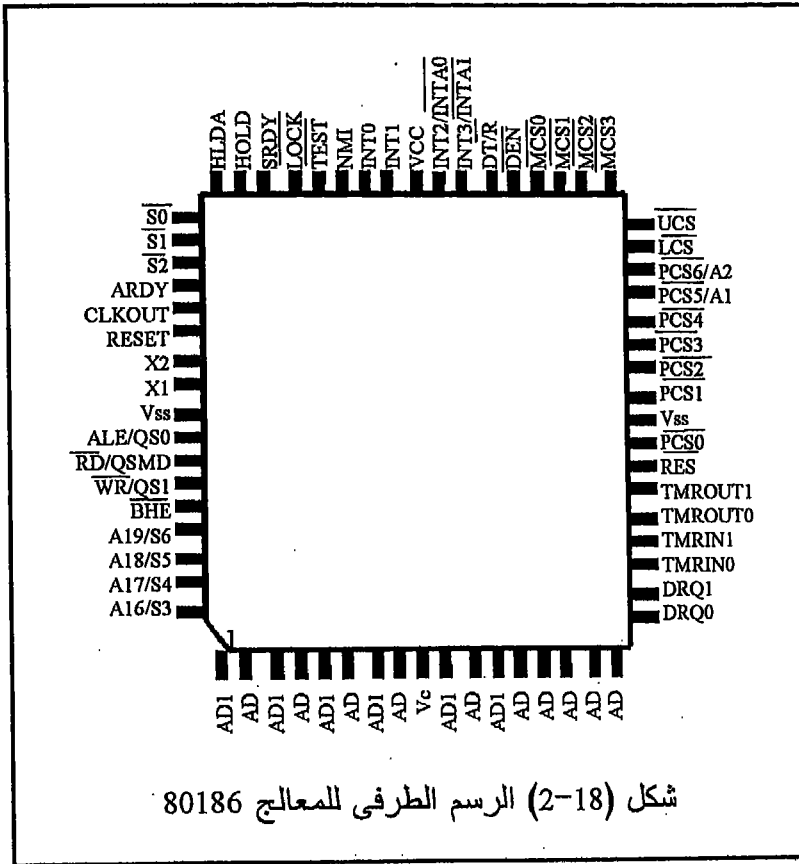
Programmable Chip Select Unit, PCS

هذه الوحدة عبارة عن مشفر قابل للبرمجة يوفر 6 خطوط لاختيار عناوين القاعدة base addresses أو عناوين البداية لمقاطع ذاكرة مختلفة ، كما توفر 7 خطوط لاختيار عناوين بوابات إدخال أو إخراج . فكر فى مدى ما يوفره مثل ذلك من التوصيلات الخارجية فى حالة تشفير هذه العناوين خارجيا . يصدر المعالج 80186 فى شريحة مكونة من 68 طرفا فى شكل مربع مختلف عن كل الشرائح السابقة ذات 40 طرفا . شكل (17-2) يبين رسما طرفيا لهذا المعالج وفيما يلى سنعرض فكرة مبسطة عن وظيفة كل طرف من هذه الأطراف:

17-2-1 أطراف المعالج 80186

- الطرف Vcc وهو طرف القدرة لهذا المعالج ويساوى 5 فولت وهو الطرف رقم 9 فى الشريحة .
- الطرف Vss ويمثل الأرضى الخاص بالشريحة .

- الطرفان X1 و X2 وكما ذكرنا يوصلان على بلورة من الخارج للحصول على نبضات التزامن اللازمة . لاحظ أن تردد النبضات داخل المعالج يكون نصف تردد البلورة .
- الطرف CLKOUT تخرج عليه نبضات التزامن التي تم الحصول عليها حتى يمكن استخدامها بواسطة الأجهزة الخارجية .



- الطرف \overline{RES} وهو طرف إعادة الوضع للمعالج Reset ويجب أن يظل هذا الطرف صفرا لمدة 50 ميللثانية حتى يتم إعادة الوضع . عند تنشيط هذا الطرف يذهب المعالج للعنوان FFFF0H لتنفيذ ما هناك من أوامر .
- الطرفان TMRIN1 و TMRIN0 يتم إدخال نبضات الساعة الخاصة بالمؤقتين 0 و 1 على هذين الطرفين .

- الطرف $\overline{\text{TEST}}$ ، يستخدم هذا الطرف بواسطة الأمر WAIT حيث أنه عندما يكون هذا الطرف فعالاً (0) فإنه لن يكون هناك انتظار ، ولكي يتم الانتظار لابد أن يكون هذا الطرف واحد .
- الطرفان TMROUT0 و TMROUT1 وهما طرفا خرج تخرج عليهما إشارة خرج المؤقتين والتي تكون إما في صورة موجة مربعة أو نبضة واحدة .
- الطرفان DRQ0 و DRQ1 وهما طرفا دخل يتم عليهما طلب الاتصال المباشر مع الذاكرة DMA من خلال القنوات 0 أو 1 وهما فعالان عندما يكون كل منهما 1 .
- الطرف NMI وهو طرف دخل ، تدخل عليه إشارة طلب المقاطعة الغير قابلة للحجب nonmaskable ، وهذا الطرف ينشط مع الحافة الصاعدة للإشارة .
- الأطراف INT0 و INT1 و $\text{INT2}/\overline{\text{INTA0}}$ و $\text{INT3}/\overline{\text{INTA1}}$ ، كلها أطراف دخل تدخل عليها إشارة طلب المقاطعة القابلة للحجب والتي أرقامها 0 و 1 و 2 و 3 وكلها فعالة عندما تكون 1 . هذه الخطوط يمكن برمجتها لتكون 4 خطوط طلب مقاطعة ، أو خطين لطلب المقاطعة وخطين للاعتراف acknowledge بهذه المقاطعة .
- الخطوط A16/S3 و A17/S4 و A18/S5 و A19/S6 ، عبارة عن 4 أطراف تستخدم فكرة المزج الزمني بين إشارة العناوين A16 إلى A19 وخطوط الحالة S3 إلى S6 . خط الحالة S6 يبين إذا كان المعالج في حالة اتصال مباشر مع الذاكرة حيث عندها يكون هذا الخط 1 ، ويكون صفراً في حالة التشغيل العادي للمعالج . باقي خطوط الحالة تكون أصفارا .
- الخطوط AD0 إلى AD15 ، عبارة عن 16 خط تخرج عليها إشارة العناوين والبيانات في مزج زمني مثل المعالج 8086 .
- الطرف $\overline{\text{BHE}}/\text{S7}$ طرف خرج يبين إذا كانت الإشارة الموجودة على النصف العلوى من مسار البيانات تمثل بيانات محقة ، هذا الخط ممزوج زمنياً مع الإشارة S7 .
- الطرف $\text{ALE}/\text{QS0}$ وهو طرف خرج عبارة عن مزج زمني بين إشارة تنشيط ماسك العناوين $\text{Address Latch Enable}$ ، ALE والإشارة QS0 والتي تمثل حالة طابور queue الأوامر في وحدة مواجهة المسارات .
- الطرف $\overline{\text{WR}}/\text{QS1}$ ، خط خرج يبين إذا كان المعالج يكتب بيانات إلى الذاكرة أو وحدة إخراج . هذا الطرف ممزوج زمنياً مع الإشارة QS1 التي تمثل الإشارة الثانية لحالة طابور الأوامر .
- الخط $\overline{\text{RD}}/\text{QSMD}$ خط خرج يبين إذا كان المعالج يقرأ من الذاكرة أو من وحدة إدخال . هذا الخط ممزوج زمنياً مع الخط QSMD أو خط بيان حالة الطابور Queue Status Mode .

- الطرف Asynchronous Ready, ARDY طرف دخل للمعالج يخبره إذا كانت الذاكرة أو وحدة الإدخال أو وحدة الإخراج جاهزة Ready . عندما يكون هذا الخط صفر يدخل المعالج في حالة انتظار .
- الطرف Synchronous ready, SRDY هذا الطرف مثله مثل الطرف ARDY فيما عدا أنه لابد و أن يكون متزامن مع نبضات الساعة الخاصة بالنظام . إذا كان هذا الخط صفر يدخل المعالج في حالة انتظار .
- الطرف LOCK خط خرج يبين إذا كان الأمر الذي يتم تنفيذه أمر محظور على المعالج المساعد أم لا ، حيث أنه يمكن إضافة بايت قبل أي أمر تمنع المعالج المساعد من الحصول على مسارات النظام ، وفي هذه الحالة يكون الطرف LOCK فعالا ويساوي صفرا .
- الخطوط $\overline{S0}$, $\overline{S1}$, $\overline{S2}$ أطراف خرج تمثل حالة المعالج أثناء أي عملية نقل للبيانات .
- الطرف HOLD طرف دخل يطلب من المعالج الانفصال عن المسارات لكي تتم عملية اتصال مباشر DMA مع أحد الأجهزة الخارجية .
- الطرف HOLDA طرف خرج يمثل إشارة اعتراف من المعالج بقبول الانفصال عن المسارات .
- الطرف Upper memory Chip Select, \overline{UCS} طرف خرج يستخدم كخط اختيار لعناوين الذاكرة في الجزء العلوي من خريطة الذاكرة . يمكن برمجة هذا الطرف لاختيار من 1 كيلو بايت حتى 256 كيلو بايت تنتهي بالعنوان FFFFF .
- الطرف Lower memory Chip Select, \overline{LCS} طرف خرج يستخدم كخط اختيار لعناوين ذاكرة في الجزء الأدنى من خريطة الذاكرة . أيضا يمكن برمجة هذا الخط لاختيار من 1 كيلو بايت حتى 256 كيلو بايت تبدأ بالعنوان 00000H .
- الأطراف Mid Memory Chip Select $\overline{MCS0}$ - $\overline{MCS3}$ أربع أطراف خرج تستخدم كخطوط اختيار لعناوين الذاكرة في أي مكان في الخريطة . يمكن برمجة أي طرف لاختيار من 8 كيلو بايت وحتى 512 كيلو بايت تبدأ عند أي عنوان في الذاكرة .
- الأطراف $\overline{PCS0}$ - $\overline{PCS4}$ خمس خطوط خرج تستخدم لعنونة أجهزة الإخراج والإدخال .
- الطرفان $\overline{PCS5/A1}$, $\overline{PCS6/A2}$ خطوط خرج تستخدم إما لعنونة أجهزة الإخراج والإدخال مثل $\overline{PCS0}$ - $\overline{PCS4}$ ، أو كخطوط عنونة A0, A1 .
- الطرف $\overline{DT/R}$ خط خرج يبين اتجاه البيانات على مسار البيانات إذا كانت خارجة أم داخلة للمعالج .
- الطرف \overline{DEN} يستخدم لتنشيط فواصل مسار البيانات الخارجية حيث يكون هذا الخط فعال (0) في حالة وجود بيانات على مسار البيانات .

17-2-2 برمجة المعالج 80186

جميع أوامر الشريحة 8086 قابلة للتنفيذ دون أي مشاكل مع المعالج 80186 . يحتوي المعالج 80186 بعض الأوامر الإضافية التي لم تكن موجودة أصلا مع المعالج 8086 من هذه الأوامر ما يلي :

- ليس هناك أمر في المعالج 8086 يضرب قيمة فورية أو ثابت في محتويات أي مسجل ، فمثلا الأمر MUL BX, 2300H غير معرف مع المعالج 8086 ولكن مع المعالج 80186 يمكن ضرب أي قيمة فورية في محتويات أي مسجل باستخدام الأمر

IMUL BX, data 16

حيث سيضرب الثابت data16 في محتويات المسجل BX ويضع النتيجة في المسجل BX .

- الأمر SHL BX, 4 هذا الأمر يقوم بإزاحة محتويات المسجل BX لليساير بمقدار 4 أماكن أو 4 بتات . في المعالج 8086 كان هناك إمكانية للدوران أو الإزاحة بمقدار بت واحدة فقط .

- هناك بعض الأوامر الإضافية على عمليات الإضافة PUSH والسحب POP من المكسدة .

بالطبع لابد وأن يكون هناك أوامر إضافية للتعامل مع الشرائح الإضافية والتي أدخلت داخل شريحة المعالج مثل المؤقتات والاتصال المباشر مع الذاكرة والمقاطعة .

سنكتفي بذكر هذه الفروق في صورة عامة دون الدخول في تفاصيل وذلك لنسدر البرمجة أو الحاجة لهذه الأوامر الإضافية .

17-3 المعالج 80286

المعالج 80186 لم يستمر كثيرا في السوق ولم يتعدى عمر خدمته في أنظمة الحاسبات سوى عام أو عامين على الأكثر حتى ظهر المعالج 80286 الذي كان بداية نقلة من الحاسبات XT إلى الحاسبات AT . المعالج 80286 عبارة أيضا عن امتداد للمعالج 8086 ويستطيع التعامل مع ذاكرة مقدارها 16 ميجا بايت نتيجة زيادة خطوط العناوين إلى 24 خطا بدلا من 20 خطا في حالة المعالج 8086 . هذا بالإضافة إلى وحدة جديدة وهي ما يسمى بوحدة إدارة الذاكرة Memory Management Unit, MMU التي بواسطتها يمكن التعامل مع كمية من الذاكرة التخيلية تصل إلى 1 جيجا بايت . هذا بالإضافة إلى أن المعالج 80286

يمكنه التعامل مع أكثر من مستخدم ولذلك يطلق عليه بأنه متعدد المستخدمين
Multitasking أو Multi-user .

17-3-1 التركيب الهيكلي للمعالج 80286

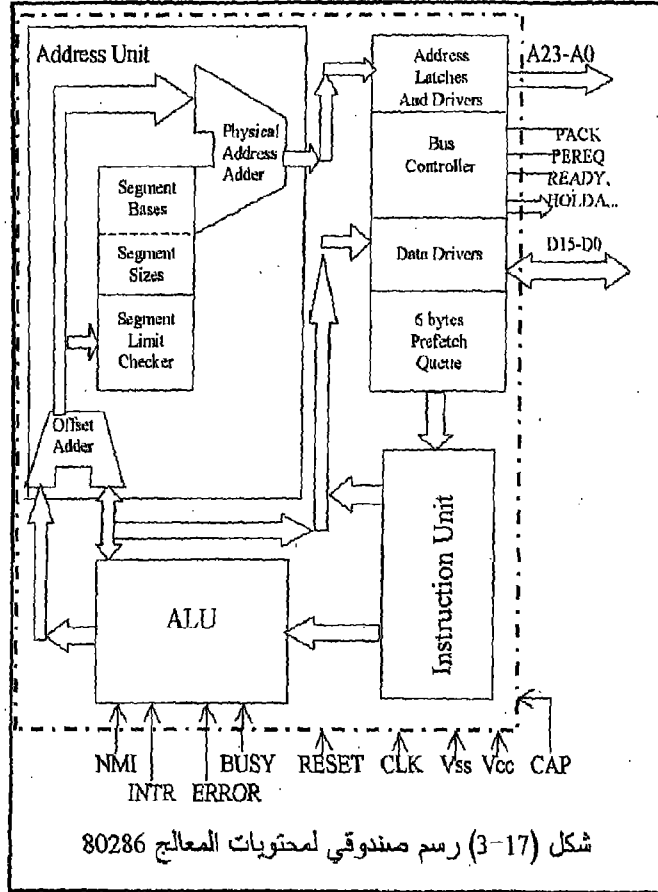
شكل (17-3) يبين رسماً صندوقياً للمعالج 80286 حيث نلاحظ من هذا الشكل أن المعالج 80286 لا يحتوي شرائح المواجهة التي كانت موجودة في المعالج 80186 ولكن بدلاً من ذلك فإنه يحتوي على وحدة إدارة الذاكرة الجديدة MMU و التي يطلق عليها وحدة العنوان Address Unit في هذا الشكل .

يمكن للمعالج 80286 أن يعمل في واحدة من حالتين ، الحالة الأولى تسمى الحالة الحقيقية real mode وفيها يكون المعالج 80286 مشابهاً تماماً للمعالج 8086 حيث يكون مسار العناوين في هذه الحالة 20 خطاً فقط مما يسمح بعنوانة 1 ميجا بايت ، أما باقي خطوط العناوين A20-A23 فتكون أصفاراً في هذه الحالة ، وفي هذه الحالة فإن جميع برمجيات software الشريحة 8086 سوف تعمل مع المعالج 80286 بدون أي تعديل أو أي مشكلة .

الحالة الثانية أو الحالة الجديدة للمعالج 80286 تسمى الحالة المحمية التخيلية protected virtual mode وفي هذه الحالة فإن جميع خطوط مسار العناوين A0-A23 تستخدم ، مما يتيح التعامل مع ذاكرة مقدارها 16 ميجا بايت . في هذه الحالة يتم استخدام وحدة إدارة الذاكرة MMU التي تتيح عنواناً حتى 16 كيلو جزء ، كل جزء مكون من 64 كيلو بايت أي أنها يمكنها عنواناً حتى 16K64X = 1 جيجا بايت من الذاكرة التخيلية .

بالإضافة لما تقدم ، تحتوي الشريحة 80286 على بعض المسجلات الإضافية الغير موجودة في الشريحة 8086 المستخدمة في وحدة إدارة الذاكرة . بالطبع فإنه نتيجة إضافة وحدة الذاكرة فلا بد أن يكون هناك مجموعة من الأوامر الإضافية التي تستخدم للتحكم في هذه الوحدة ، وهذه المجموعة هي الاختلاف الوحيد في مجموعة الأوامر بين المعالج 80286 والمعالج 8086 .

يستخدم المعالج 80286 فكرة الذاكرة التخيلية virtual memory بحيث يمكن تخصيص جزء من الذاكرة لكل مستخدم user أو كل هدف task . يجب أن نتذكر جيداً أنه عندما يقوم المعالج بتنفيذ عدة برامج لأكثر من مستخدم أو أكثر من هدف على التوازي فإنه في الحقيقة ينفذ جزء من البرنامج الأول الذي يكون ذو أولوية عالية ، وإذا انخفضت أولوية هذا الهدف نتيجة تنفيذ جزء منه ، فإن المعالج يتركه وينفذ في الهدف الثاني أو الثالث ثم يرجع للهدف الأول وهكذا ، أي أن عملية التنفيذ تكون موزعة على الأهداف على التتابع ونتيجة السرعة في تنفيذ هذه البرامج يشعر كل مستخدم كما لو كانت كل هذه البرامج تنفذ على التوازي .



من المشاكل الأساسية الموجودة في المعالج 80286 أنه عندما يدخل في الحالة المحمية التخيلية فإنه لا يستطيع الخروج منها والرجوع إلى الحالة الحقيقية real mode إلا إذا تمت إعادة وضع reset للمعالج ، وهذه بالطبع مشكلة كبيرة لأنها تأخذ وقتاً كبيراً وتفقد كل محتويات الذاكرة . هذه المشكلة تم التغلب عليها في المعالج 80386 .

4-17 المعالج 80386

كانت أول متطلبات هذا المعالج هي تطوير المعالج 80286 بحيث يمكن الرجوع من الحالة المحمية إلى الحالة الحقيقية بسهولة ، وقد كان ذلك حيث يمكن فى المعالج 80386 الانتقال من حالة لأخرى باستخدام أمر معين بدلا من إعادة وضع المعالج ويعتبر هذا إنجازا كبيرا .

الجديد أيضا فى المعالج 80386 أن مسار البيانات له مكون من 32 بت ، أى أنه يستطيع نقل 4 بايت كاملة من أو إلى الذاكرة أو أى جهاز خارجى فى رحلة واحدة فقط . كذلك فإن مسار العناوين لهذا المعالج مكون من 32 بت أيضا مما يتيح له التعامل مع ذاكرة مقدارها 4 جيجابايت . أما إذا دخل المعالج فى الحالة المحمية protected mode فإنه فى هذه الحالة يتعامل مع 64 تريليون بايت (1 تريليون بايت=1024 جيجابايت) من الذاكرة التخيلية وذلك باستخدام وحدة إدارة الذاكرة MMU .

1-4-17 التركيب الهيكلى Architecture للمعالج 80386

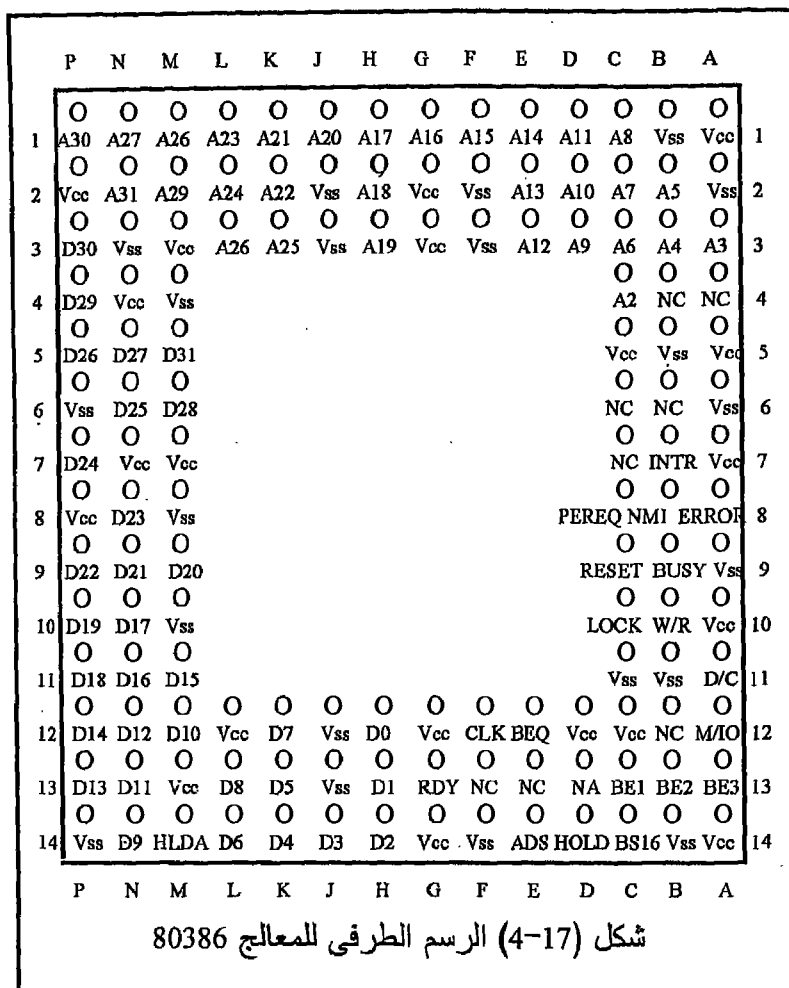
شكل (4-17) يبين الشكل الخارجى لشرحة هذا المعالج وطريقته الجديدة فى ترتيب أطرافه ، حيث يخرج من هذه الشريحة 132 طرفا مرتبة فى صورة شبكة Grid تعرف كل نقطة فيها برقم الصف متقاطعا مع رمز العمود الذى تقع فيه ، فنقول مثلا الطرف 13 هو الطرف Vss وهكذا .

المعالج i386 (اختصار 80386) نزل فى إصدارين أو صورتين ، الإصدار الأول هو المعالج i386DX وهو الصورة الكاملة لهذا المعالج والتي نحن بصدد دراستها هنا . الإصدار الثانى هو المعالج i386SX الذى يختلف عن الإصدار DX فى أن مسار البيانات له يتكون من 16 بت بدلا من 32 وذلك حتى يتوافق خارجيا مع المعالج 80286 وهذا هو الاختلاف الوحيد بينهما .

2-4-17 تنظيم الذاكرة للمعالج 80386

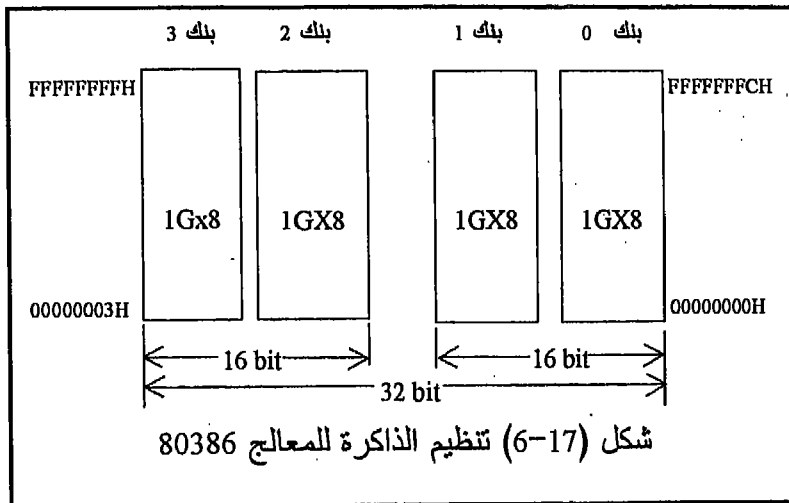
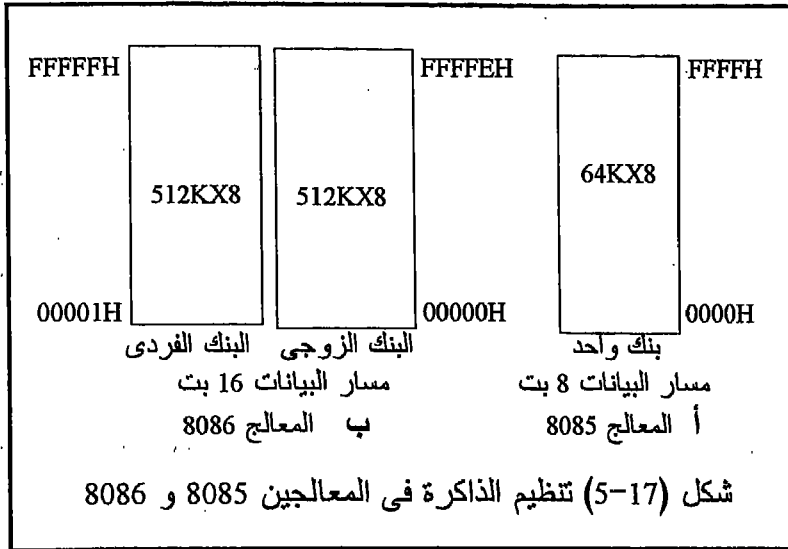
عندما كان مسار البيانات 8 بت كما فى المعالجات 8085 أو Z80 كانت الذاكرة تنظم فى صورة بنك bank واحد ، عرض هذا البنك هو 8 بت (نفس عرض مسار البيانات) . عندما تطور مسار البيانات إلى 16 بت أصبحت الذاكرة تنظم فى صورة بنكين كل منهما 8 بت بحيث يكون البنك الأول للبايتات الزوجية والثانى للبايتات الفردية ، وكان الخط A0 يستخدم لتنشيط البنك الزوجى أو النصف الأدنى فى حالة التعامل مع هذا البنك فقط ، والخط BHE يستخدم لتنشيط البنك الفردى أو النصف العلوى فى حالة التعامل معه فقط ، أما فى حالة التعامل

على مستوى 16 بت فإن كل من البنكين يتم تنشيطهما فى نفس الوقت من الخططين A0 و \overline{BHE} حتى يمكن إرسال 16 بت (كلمة word) مرة واحدة ، ولقد رأينا ذلك فى أثناء دراستنا للمعالج 8086 . شكل (17-5) يبين طريقة تنظيم الذاكرة فى المعالجين 8085 و 8086 .



مسار البيانات فى المعالج 386 مكون من 32 بت ، أى أنه سيتعامل مع ذاكرة مقدارها 4 جيجابايت ستقسم كما فى شكل (17-6) فى صورة 4 بنكات كل بنك سيكون له خط تنشيط منفصل وهى الخطوط $\overline{BE0}$ إلى $\overline{BE3}$ بحيث أنه عندما يتعامل على مستوى بايت واحدة فإنه يتم تنشيط البنك المطلوب بخط التنشيط المناسب له ، وعندما يتعامل على مستوى 16 بت فإنه ينشط إما الخططين $\overline{BE0}$ و

$\overline{BE1}$ في نفس الوقت في حالة التعامل مع الكلمة الأولى ، أو الخططين $\overline{BE2}$ و $\overline{BE3}$ في نفس الوقت في حالة التعامل مع الكلمة الثانية (العليا) . أما في حالة التعامل على مستوى 32 بت (4 بايت) ففي هذه الحالة تنشط كل الخطوط $\overline{BE0}$ إلى $\overline{BE3}$ في نفس الوقت .



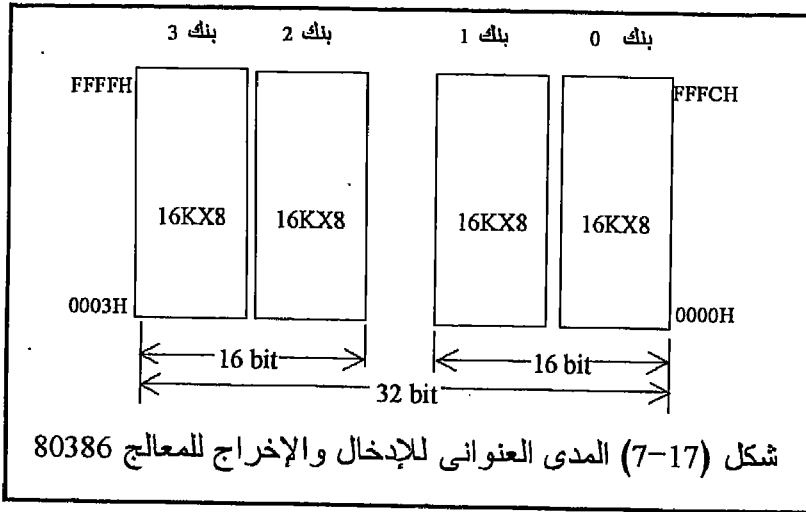
عند إعادة وضع reset المعالج 386 فإنه يذهب إلى العنوان FFFFFFF0H حيث يبدأ التنفيذ من هناك .

17-4-3 نظام الإدخال والإخراج فى المعالج 80386

المعالج 80386 مثل ما سبقه من المعالجات يستطيع التعامل مع عدد من بوابات الإدخال أو الإخراج يصل إلى 64 كيلو ، أى أن المدى العنوانى للإدخال والإخراج هو من صفر إلى FFFFH . الجديد هنا سيكون فى طريقة تنظيم هذه العناوين فى صورة بنكات نتيجة كون مسار البيانات أصبح 32 بت . نتيجة لذلك سيقسم هذا المدى العنوانى إلى 4 بنكات كما فى شكل (17-7) حيث ستستخدم خطوط التنشيط $\overline{BE}0$ إلى $\overline{BE}3$ لتنشيط البنك المناسب للتعامل معه سواء كان التعامل فى صورة 8 أو 16 أو 32 بت .

17-4-4 أطراف المعالج 80386

1. الأطراف A0 إلى A31 تمثل مسار العناوين ، وتستخدم لعنونة 4 جيجابايت كما ذكرنا ، الجديد هنا أن خطوط العناوين والبيانات ليست ممزوجة زمنياً مع بعضها كما كان الحال فى المعالجات السابقة .



2. الأطراف D0 إلى D31 تمثل مسار البيانات .
3. الأطراف $\overline{BE}0$ إلى $\overline{BE}3$ هى خطوط تنشيط البنوك المختلفة فى الذاكرة والإدخال والإخراج على حسب نظام التعامل 8 أو 16 أو 32 بت .
4. الطرف M/\overline{IO} طرف خرج يبين إذا كان العنوان الموجود على مسار العناوين يمثل ذاكرة (حيث يكون هذا الطرف واحد) أم عنوان لبوابة إدخال أو إخراج (حيث يكون هذا الطرف صفر) .

5. الطرف $\overline{W/R}$ طرف خرج يبين إذا كان التعامل الحالى سيكون بغرض القراءة حيث يكون هذا الطرف صفرا أم الكتابة حيث يكون هذا الطرف واحد . لاحظ أنه في كل المعالجات السابقة كان هناك خطان أحدهما للقراءة \overline{RD} والآخر للكتابة \overline{WR} .
6. الطرف \overline{ADS} طرف خرج يحمل إشارة تبيين إذا كانت الإشارة الموجودة على مسار العناوين تمثل عنوان محقق للذاكرة أو لبوابة إدخال أو إخراج Address Status . هذا الخط يستخدم في العادة مع الخط $\overline{W/R}$ للحصول على الإشارات \overline{MEMW} و \overline{MEMR} .
7. الطرف RESET ، طرف دخل عندما يكون واحد يسبب إعادة وضع reset للمعالج حيث يذهب المعالج للعنوان FFFFFFF0H ويبدأ التنفيذ من هناك .
8. الطرف CLK2 ، طرف دخل يحمل نبضات الساعة Clock للمعالج . تردد هذه النبضات يجب أن يكون ضعف التردد المطلوب للمعالج لأنه يتم قسمة هذا التردد على 2 قبل استخدامه داخل المعالج .
9. الطرف \overline{READY} ، طرف دخل يستخدم لإدخال دورات انتظار على المعالج حينما يكون نشط (0) .
10. الطرف \overline{LOCK} يستخدم لمنع أى جهاز خارجي أو معالج مساعد مثل المساعد الحسابي i387 من الحصول على المسارات .
11. الطرف $\overline{D/C}$ ، طرف خرج يعنى Data/Control ويبين إذا كانت الإشارة الموجودة على مسار البيانات تمثل بيانات أم إشارة تحكم يخرجها المعالج عند تنفيذ الأمر HALT أو أنه يرسل إشارة اعتراف بالمقاطعة Interrupt Acknowledge .
12. الطرف $\overline{BS16}$ ، طرف دخل يستخدم لتغيير نظام العمل على مسار البيانات بجعله 16 بت بدلا من 32 بت . حينما يكون هذا الخط صفرا يتعامل المعالج على أساس أن مسار البيانات 16 بت ، وحينما يكون واحد يعتبر مسار البيانات 32 بت .
13. الطرف \overline{NA} ، ويعنى Next Address أو العنوان التالي ، وهو طرف دخل يستخدم لجعل المعالج يخرج العنوان التالي في أثناء تنفيذ الأمر الحالى حيث تستخدم هذه الطريقة لإسراع عملية الاتصال بالذاكرة .
14. الطرفان HOLD و HLDA مثل نظيريهما في المعالجات السابقة .
15. الطرف \overline{PEREQ} طرف دخل يسمح للمعالج الحسابي i387 بطلب بيانات من المعالج i386 .
16. الطرف \overline{BUSY} ، طرف دخل يستخدم حينما يكون صفرا لإخبار المعالج i386 بأن المساعد الحسابي i387 مشغول وليس على استعداد لاستقبال أوامر أخرى الآن .

17. الطرف **ERROR** ، طرف دخل يستخدمه المعالج الحاسبى لإخبار المعالج i386 بأن هناك خطأ قد حدث .
18. الطرف **INTR** ، طرف دخل يستخدم لطلب المقاطعة .
19. الطرف **NMI** ، طرف دخل يستخدم لطلب المقاطعة الغير محجوبة .

17-4-5 مسجلات المعالج 80386

شكل (17-8) يبين التركيب الهيكلى والمسجلات الموجودة داخل المعالج i386 . نلاحظ من هذا الشكل أن نفس عدد المسجلات مازال موجودا فى هذا المعالج وهذه المسجلات مازالت تؤدى نفس الدور . الجديد هنا هو أن المسجلات فى المعالج i386 تستطيع التعامل مع بيانات مقدارها 8 أو 16 أو 32 بت . حينما نريد التعامل مع هذه المسجلات على أساس 32 بت فإننا نضع الحرف E (اختصار لكلمة ممتد Extended) أمام المسجل المراد التعامل معه كما فى الأمر التالى :

EAX	AH	AL	AX
EBX	BH	BL	BX
ECX	CH	CL	CX
EDX	DH	DL	DX
ESP	SP		
EDP	DP		
EDI	DI		
ESI	SI		

المسجلات عامة الأغراض

CS
DS
ES
SS
FS
GS

مسجلات التجزئ

EIP	IP
EFLAGS	FLAGS

شكل (17-8) مسجلات المعالج 80386

MOV EAX,FF340056H

حيث EAX معناها مسجل التراكم الممتد ، وهكذا باقى المسجلات العامة .
مسجلات التجزىء GS, FS, ES, SS, DS, CS تلعب نفس الدور الذى كانت تلعبه
مع المعالج 8086 فى الحالة الحقيقية real mode ، وتلعب مع المسجلين GS, FS
أدوارا إضافية فى الحالة التخيلية virtual mode .
هناك أيضا المعالج EIP الذى يمثل مؤشر الأوامر الممتد والذى يستطيع التعامل
مع 32 بت ، كذلك مسجل الأعلام هنا أصبح ممتدا أيضا حيث أصبح اسمه
EFLAGS .

قبل أن نترك هذا المعالج نؤكد أن جميع أوامر المعالج 8086 مازالت محققة
ويمكن استخدامها بالكامل وبدون أى تعديل مع المعالج i386 ، الفرق هو أن
المعالج i386 يستطيع التعامل مع بيانات من 8 أو 16 أو 32 بت ، فكل الأوامر
التالية صحيحة :

MOV AL, 55H
MOV AX, 5544H
MOV EAX, 55443322H

5-17 الذاكرة المخبأة Cache Memory

مع زيادة نبضات الساعة clock للمعالج (33ميگاهرتز للمعالج i386) أصبح
زمن تنفيذ أى أمر صغيرا جدا بحيث أصبح أقل من زمن الاتصال بالذاكرة مما
سبب في وجود فترات انتظار عند تنفيذ أى أمر يتعامل مع الذاكرة وبالتالي
تقليل سرعة المعالج . زمن الاتصال بالذاكرة هو الزمن اللازم لقراءة أو كتابة
وحدة بيانات فى الذاكرة ، وهذا الزمن يكون عادة فى حدود 50 نانوثانية بالنسبة
للذاكرة الديناميكية . للتغلب على هذه المشكلة تم استخدام أسلوب الذاكرة المخبأة
cache ، وهى عبارة عن كمية من الذاكرة السريعة جدا التى تتميز بصغر زمن
الاتصال بها والتى تصنع خصيصا ، ولذلك فإنها مرتفعة الثمن جدا . كمية هذه
الذاكرة تبدأ من 8 كيلوبايت وتصل إلى 512 كيلوبايت وكانت هذه الذاكرة توصل
خارج المعالج ، أما الآن فإنها توصل داخل شريحة المعالج نفسه كما سنرى عند
عرضنا للمعالجات الحديثة مثل عائلة بنتيم Pentium .

من المعروف أن التعامل مع بايتات الذاكرة يكون فى الغالب من أماكن متتابعة
فى الذاكرة ، بمعنى أنه عند القراءة أو الكتابة من بايت معينة فإنه فى الغالب
يكون التعامل التالى مع الذاكرة من البايت التالية للبايت السابقة . لذلك عندما
يقرأ المعالج بايت معينة من الذاكرة فإنه يحضر هذه البايت وكمية من البايتات

التالية لها ويضعها في الذاكرة المخبأة على أمل أن يكون التعامل التالي مع الذاكرة المخبأة وليس مع الذاكرة الأساسية . ولذلك فإن المعالج عندما يقرأ بايت من الذاكرة فإنه يبحث عن هذه الباييت أولاً في الذاكرة المخبأة ، فإن وجدها فإنه سيقراها بأقل زمن اتصال ، وإذا لم يجدها فإنه يحضرها من الذاكرة الأساسية وفي نفس الوقت يضعها أيضاً في الذاكرة المخبأة مع محاولة ملأ الذاكرة المخبأة بالبيانات التالية لهذه الباييت . عملية ملأ الذاكرة المخبأة تتم عادة في أثناء فترات انتظار المعالج . بذلك نضمن أن الباييت التي من المحتمل أن يتم قراءتها في المرة القادمة ستكون موجودة في الذاكرة المخبأة . عملية الكتابة في الذاكرة تكون بنفس الطريقة ، فإن كانت المعلومة المراد إرسالها إلى الذاكرة موجودة في الذاكرة المخبأة فإنه يتم نقلها بأقل زمن اتصال ممكن ، وإذا لم تكن موجودة يتم تسجيلها والمعلومات التالية لها في الذاكرة المخبأة أولاً ثم ترسل إلى الذاكرة الأساسية ، بذلك نضمن أن المعلومة التي ستكتب في الذاكرة في المرة القادمة ستكون موجودة غالباً في الذاكرة المخبأة . أى أن عمليات الكتابة أو القراءة من أو إلى الذاكرة الأساسية تكون من خلال الذاكرة المخبأة ، ودون تدخل من المستخدم ، وهذا هو السبب في تسميتها بالذاكرة المخبأة cache لأنها تكون مخبأة عن المستخدم وليس له دخل في التعامل معها أو إدارتها . هذه العملية ثبت أنها تزيد جداً من سرعة التعامل مع الذاكرة اعتماداً على حقيقة أن البيانات التي يتم التعامل معها في أى وقت سيتم التعامل مع المعلومة التالية لها في المرة القادمة .

6-17 المعالج 80486

المعالج 80486 هو معالج على التكامل حيث يحتوى بداخله المعالج الحسابي الخاص به 80487 بالإضافة إلى وحدة إدارة الذاكرة وكمية من الذاكرة المخبأة cache memory تبلغ 8 كيلوبايت ، كل ذلك مجمع على نفس شريحة المعالج . لك أن تتخيل مدى كثافة المكونات في هذه الشريحة إذا علمت أنها تحتوى على أكثر من مليون ترانزستور . هذا المعالج يستطيع تنفيذ كل أوامر المعالجات السابقة له من عائلته بدون أى تعديل . بالطبع فإنه لا بد أن يحتوى على بعض الأوامر الإضافية نتيجة الإضافات التي تضاف عليه . هذا المعالج يستخدم فكرة مجموعة الأوامر المخفضة ، Reduced Instruction Set Computer, RISC ، والتي ساعدت مع عوامل أخرى في تخفيض الزمن اللازم لتنفيذ الكثير من الأوامر إلى نبضة تزامن واحدة . هذا بالإضافة إلى الذاكرة المخبأة cache memory وسرعة نبضات التزامن العالية التي أمكن الوصول إليها في ذلك الوقت والتي بلغت 33 أو 66 ميجاهرتز ، كل ذلك جعل سرعة تنفيذ البرمجيات بهذا المعالج تبلغ أضعاف سرعتها باستخدام المعالج i386 .

يوجد المعالج i486 فى صورة شريحة شبكية Grid ذات 168 طرفا . مسار العناوين لهذا المعالج يتكون من 32 بت ، وكذلك مسار البيانات . بالنسبة للتركيب الهيكلى لهذا المعالج فإن مجموعة المسجلات الموجودة فيه هى نفسها مجموعة المسجلات الموجودة فى سابقه المعالج i386 . نخلص من ذلك أن المعالج i486 هو نفسه المعالج i386 مضافا إليه المساعد الحسابى i487 وذاكرة مخبأة مقدارها 8 كيلوبايت .

إننا هنا لن ندخل فى تفاصيل أخرى عن هذا المعالج ولا المعالجات التالية ، ولكننا سنكتفى فقط بذكر الجديد أو الإضافة التى قدمتها هذه المعالجات وسنترك الأمر لمن يريد الاستزادة أن يرجع إلى المراجع الموجودة فى نهاية الكتاب أو الكتالوجات الخاصة بالمعالج الذى يريد دراسته بالتفصيل .

7-17 انسيابية الأوامر Instruction Pipelining

سنقدم هنا فكرة جديدة تزيد سرعة تنفيذ الأوامر بدرجة كبيرة جدا تصل إلى خمس مرات على الأقل . تخيل أن أى أمر يحتاج إلى خمس نبضات تزامن حتى يتم تنفيذه ، بحيث تتم عملية التنفيذ فى خلال الخمس نبضات بالخطوات التالية :

1-إحضار الأمر Fetch Instruction, FI

2-تشفير الأمر Decode Instruction, DI

3-إحضار المعاملات Fetch Operand, FO

4-تنفيذ الأمر Execute Instruction, EX

5-تخزين النتيجة Write Result, WR

هذه الخطوات الخمس يمكن تنفيذها بالتتابع على أى أمر ، وفى هذه الحالة فإننا سنحتاج إلى خمس نبضات تزامن لكى تتم عملية إحضار وتنفيذ أى أمر . يمكن إسراع هذه العملية باستخدام فكرة انسياب الأوامر كما هى موضحة فى شكل (9-17) . نلاحظ من هذا الشكل أن كل أمر تم تقسيمه إلى خمس مراحل بحيث عندما يكون المعالج مشغولا فى تنفيذ مرحلة معينة لأمر معين فإن الأمر التالى يتم تنفيذه أيضا فى نفس الوقت ولكن فى مرحلة أخرى من مراحل التنفيذ . فمثلا عندما يكون الأمر رقم I فى مرحلة التخزين WR فإن الأمر I+1 يكون فى مرحلة التنفيذ EX ، ويكون الأمر I+2 فى مرحلة إحضار المعاملات ، والأمر I+3 فى مرحلة تشفير الأمر ، والأمر I+4 فى مرحلة إحضار الأمر ، وهكذا . أى أنه يكون هناك دائما خمسة أوامر موجودة داخل وحدة التنفيذ كل أمر منها يتم تنفيذ مرحلة معينة منه على حسب موقعة فى تتابع الأوامر داخل الوحدة . نلاحظ من هذا الشكل أننا سنحصل من وحدة التنفيذ على أمر وقد تم تنفيذه فى

نهاية كل نبضة تزامن (أمر لكل نبضة) . أى أن سرعة تنفيذ الأوامر قد زادت بمقدار خمس مرات ويمكن زيادتها أكثر من ذلك بزيادة عدد مراحل تنفيذ الأوامر . أى أن الأوامر تنساب فى مراحل التنفيذ فيما يشبه الأنبوبة أو خط الإنتاج وكل أمر يوجد فى مرحلة تنفيذ معينة ، ولذلك سميت هذه الطريقة بالانسيابية أو Pipelining.

رقم الأمر	نبضات التزامن							
	1	2	3	4	5	6	7	8
I	FI	DI	FO	EX	WR			
I+1		FI	DI	FO	EX	WR		
I+2			FI	DI	FO	EX	WR	
I+3				FI	DI	FO	EX	WR
I+4					FI	DI	FO	EX
I+5						FI	DI	FO

شكل (17-9) الانسيابية Pipelining

من الواضح أنه لكى نستفيد من فكرة الانسيابية فإن جميع الأوامر لابد أن يكون لها نفس الطول أو نفس عدد المراحل ، وكل مرحلة لابد أن تنفذ فى نبضة تزامن واحدة ، فهل هذا محقق فى أوامر المعالجات التى تمت دراستها حتى الآن ؟ بالطبع الإجابة هى لا ، فإن أوامر جميع المعالجات التى درسناها حتى الآن لها أطوال مختلفة وتنفذ فى أعداد مختلفة من نبضات الساعة . وهذا يسوقنا إلى تقسيم المعالجات إلى نوعين من حيث مجموعة أوامر كل منها . النوع الأول يسمى المعالجات ذات مجموعة الأوامر المركبة ،

Complex Instruction Set Computers, CISC

النوع الثانى يسمى المعالجات ذات مجموعة الأوامر المخفضة ،

Reduced Instruction Set Computers, RISC

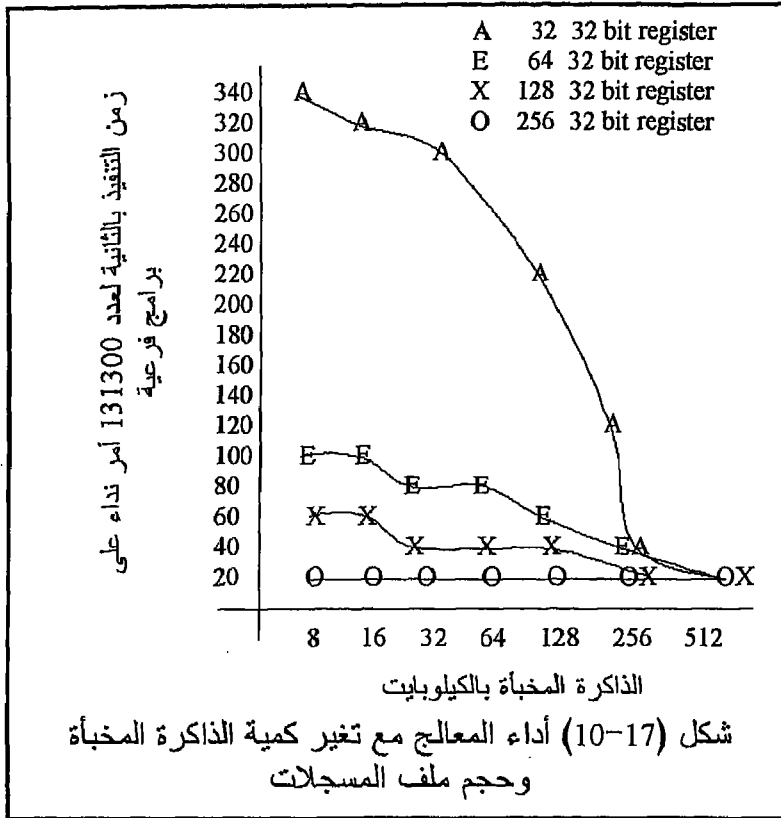
فى النوع الأول من المعالجات ، CISC ، تكون كمية الأوامر كبيرة جدا ، 300 أمر على الأقل ويكون معظم هذه الأوامر أوامر مركبة . ولذلك فإن مشفر الأوامر Instruction decoder يكون معقدا جدا مما يتسبب أن الإشارة تأخذ وقتا كبيرا فى تخطل دائرة المشفر ، ولذلك فإن وحدة التحكم فى هذه المعالجات تكون معقدة . أيضا فإن الكثير من الأوامر المركبة يتم تنفيذها بطريقة البرمجيات الصغيرة Microprograms حيث ينفذ أمر الضرب مثلا بتنفيذ برمجية صغيرة

تتخذ عملية الضرب في صورة مجموعة من أوامر الجمع المتكرر ، وهذا بالطبع يستهلك الكثير من الوقت . كذلك فإنه نتيجة اختلاف أطوال الأوامر في هذا النوع من المعالجات فإنه يكون من الصعب استخدام فكرة الانسيابية Pipelining . نتيجة لذلك ظهر التفكير في النوع الثاني من المعالجات RISC حيث يكون كل شيء هنا مخفض ، عدد الأوامر تم تخفيضه حتى أقل من 128 أمر ، وكذلك طرق عنوانة الذاكرة Memory addressing تم تخفيضها حيث أن التعامل مع الذاكرة يستهلك الكثير من الوقت .

مع بساطة عدد الأوامر فإن مشفر الأوامر ، وكذلك وحدة التحكم سيكونان أكثر بساطة مما سيوفر الكثير من وقت التنفيذ . كذلك فإن تخفيض عدد الأوامر سيقصر على الأوامر ذات الأطوال الواحدة بقدر الإمكان والتي يمكن تنفيذها في نفس عدد المراحل مما سييسر استخدام طريقة الانسيابية Pipelining في تنفيذ هذه الأوامر . مع تخفيض عدد الأوامر وبساطتها في المعالجات RISC أمكن الاستغناء وبدرجة كبيرة على استخدام البرمجيات الصغيرة في تنفيذ الأوامر حيث أمكن استخدام دوائر مبنية Hardware لتنفيذ هذه الأوامر مما وفر الكثير من وقت التنفيذ أيضا . كما رأينا فإن أنظمة RISC تتمتع بالكثير من المميزات مما جعل معظم المعالجات ابتداء من المعالج 80486 تقريبا يأخذ بهذه الفكرة وينفذها ، حيث أصبحت كل الأوامر تقريبا تنفذ في نبضة تزامن واحدة .

في أثناء تنفيذ بعض الأوامر في أي برنامج تنتج هناك بعض النتائج المرحلية التي يحتاجها البرنامج بعد قليل ، ولكن بما أن عدد المسجلات داخل المعالج يكون محدودا فإن المعالج يضطر لإرسال هذه النتائج المرحلية إلى الذاكرة حيث يتم استدعاؤها مرة ثانية عند الحاجة إليها ، وهذا بالطبع يستهلك الكثير من الوقت . هذه المشكلة يمكن التغلب عليها بدرجة كبيرة بزيادة عدد المسجلات ذات الأغراض العامة داخل المعالج بحيث يمكنها أن تستوعب هذه النتائج المرحلية . معظم معالجات RISC تحتوي على عدد كبير من المسجلات تصل إلى 32 مسجلا وتسمى هذه المجموعة بملف المسجلات Register file . هنا يمكن أن نسأل السؤال التالي : هل يمكن الاستغناء عن الذاكرة المخبأة Cache memory باستخدام ملف مسجلات مع زيادة عدد المسجلات فيه ؟ الإجابة على هذا السؤال هي لا . إن زيادة عدد المسجلات بدرجة كبيرة يجعل من الصعب عنوانتها ويكون التعامل مع الذاكرة المخبأة في هذه الحالة أسهل . إن الحد الفاصل بين عدد المسجلات الكبير والصغير غير واضح تماما ولكن ثبت بالتجربة أن 32 أو 64 مسجلا بالإضافة إلى كمية من الذاكرة المخبأة يكون لها أفضل تأثير على سرعة أداء المعالج . شكل (17-10) [Tabak 1995] يبين علاقة بين كمية المسجلات المستخدمة مع كمية الذاكرة المخبأة على أداء المعالج من حيث سرعة تنفيذ مجموعة من أوامر النداء على البرامج الفرعية . من هذا

الشكل نلاحظ كيف أن زيادة عدد المسجلات من 32 إلى 64 مسجلا كان له تأثيرا كبيرا على زيادة السرعة ، ولكن معدل هذا التحسين كان قليلا جدا مع زيادة عدد المسجلات عن 64 مسجلا . ولذلك فإنه ثبت بالتجربة وكما هو واضح من هذا الشكل أن 64 مسجلا مع 256 كيلوبايت من الذاكرة المخبأة يعطى أحسن أداء للمعالج .



من الأسباب المهمة التي تجعل من الصعب الاستغناء عن المسجلات العامة بالذاكرة المخبأة أن المسجلات العامة يمكن استخدامها بواسطة المبرمج وتكون دائما تحت تصرفه ، بينما في حالة الذاكرة المخبأة فإن المبرمج لا يملك أى سيطرة عليها ولا يستطيع التعامل معها على الإطلاق والمتحكم فى تشغيلها فقط هو وحدة التحكم بالمعالج . لذلك لابد من وجود ملف مسجلات مع كمية من الذاكرة المخبأة للحصول على أحسن أداء للمعالج .

وعلى ذلك يمكن تلخيص مجموعة الخواص المميزة لأى حاسب RISC فيما يلى:
1. جميع الأوامر (أو 80% على الأقل) تنفذ فى نبضة تزامن واحدة .

2. جميع الأوامر لها نفس الطول (عدد البايتات لكل أمر) ، وفي الغالب يتكون كل أمر من 4 بايت (32 بت) .
3. عدد مخفض من الأوامر لا يتعدى 128 أمر .
4. عدد مخفض من طرق التعامل مع الذاكرة Addressing modes لا يزيد عن 4 طرق .
5. كل الأوامر فيما عدا القليل منها يتعامل مع المسجلات فقط .
6. وحدة التحكم تكون مصممة باستخدام الدوائر المبنية Hardwired وليس باستخدام البرمجيات الصغيرة Microprograms .
7. عدد كبير من المسجلات العامة الأغراض (32 مسجل على الأقل) في ملف مسجلات .

ومن مميزات معالجات RISC ما يلي :

1. البناء باستخدام تكنولوجيا التجميع على الكثافة جدا VLSI نتيجة لما يلي :
 - نتيجة تبسيط وحدة التحكم تقل مساحته بدرجة كبيرة ، ويكفى أن نعلم أن وحدة التحكم في معالجات CISC تشغل تقريبا 50% من مساحة الشريحة بينما تشغل فقط حوالى 10% من مساحة الشريحة في حالة المعالجات RISC .
 - نتيجة صغر مساحة وحدة التحكم على الشريحة يمكن إضافة ملف مسجلات يحتوى عددا أكبر من المسجلات .

2. زيادة سرعة الحساب نتيجة لما يلي :

- إمكانية استخدام الانسيابية Pipelining فى تنفيذ الأوامر فإن المعالج يكون مشغولا دائما مما يزيد من سرعته .
- تصميم وحدة التحكم باستخدام الدوائر Hardwired بدلا من البرمجيات الصغيرة Microprograms .
- وجود ملف المسجلات يقلل التعامل مع الذاكرة .

3. بساطة الأوامر المستخدمة وتخفيض عددها ، وبساطة تصميم وحدة التحكم بالطبع سينعكس على تكلفة تصميم شريحة المعالج مما سينعكس على سعر المعالج .

من عيوب المعالجات RISC أن تخفيض عدد الأوامر سيضطر مصمموا البرامج إلى استخدام عدد أكثر من الأوامر لتنفيذ نفس البرنامج مما سيؤدى إلى كبر حجم البرنامج وكبر حجم الذاكرة التى يشغلها . لذلك فإنه من المتوقع أن برامج معالجات RISC تكون أطول بحوالى 30% من برامج معالجات CISC .

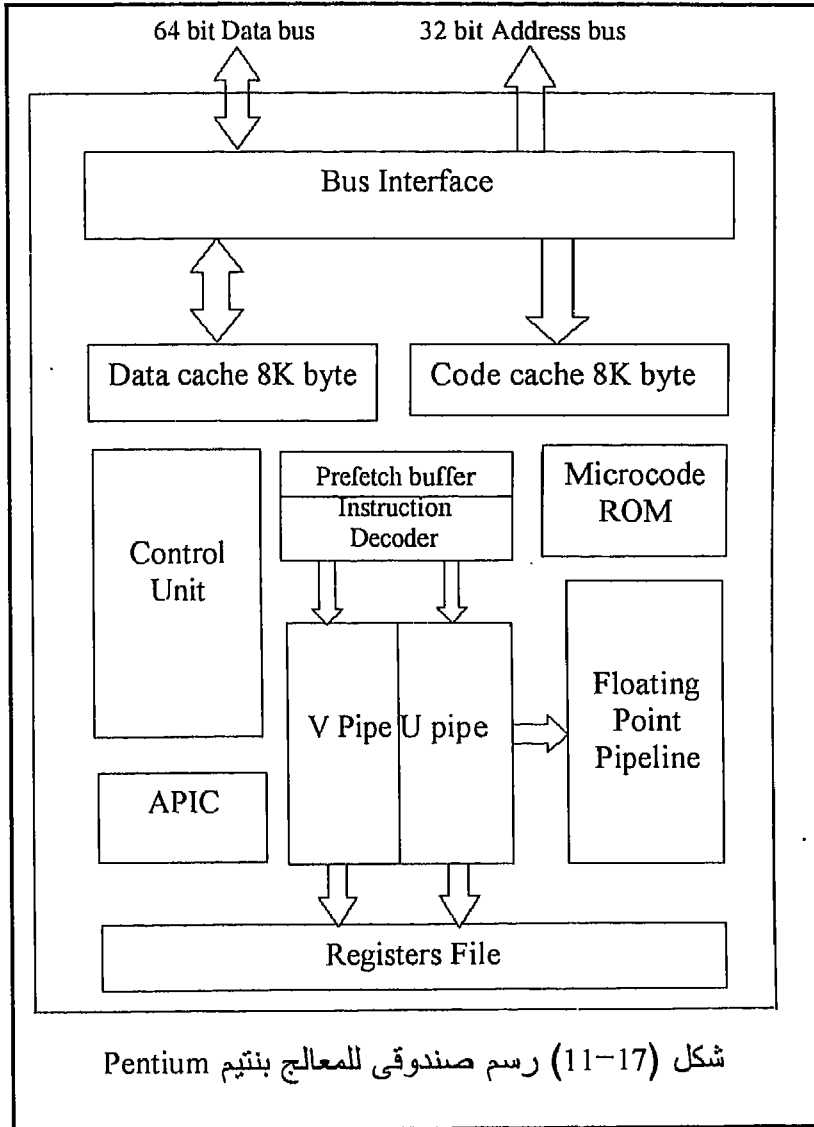
17-8 سلسلة معالجات بنتيم Pentium Processors

بعد المعالج 80486 وفي بداية التسعينات ، 1993 ، ظهرت سلسلة المعالجات بنتيم pentium ، وسنطلق عليها سلسلة لأنها خضعت لتطورات سريعة جدا ومتلاحقة . هذه المعالجات تستخدم طريقة القوائم المخفضة RISC واثنان من الانسيابات Pipelines لزيادة سرعة تنفيذ الأوامر حيث وصلت سرعة تنفيذ الأوامر فيه إلى 330 MIPS (Million Instruction Per Second) للمعالج الذى يعمل بنبضات ساعة مقدارها 200 ميگاهرتز بدلا من 54 MIPS للمعالج i486DX2 الذى يعمل بنبضات ساعة مقدارها 66 ميگاهرتز . من أهم خواص هذا المعالج ما يلى :

1. اثنان من الانسيابات Pipelines واحدة لتنفيذ الأوامر التى تتعامل مع البيانات الصحيحة Integer Pipelines والأخرى لتنفيذ الأوامر التى تتعامل مع البيانات الحقيقية Floating Point Instructions .
2. خاصية توقع أوامر التفريع مثل القفز والنداءات على البرامج الفرعية ، والتى يكون لها دخل كبير فى إسراع التعامل مع الذاكرة المخبأة .
3. ذاكرة مخبأة خاصة بالتعامل مع البيانات ، وأخرى خاصة بالتعامل مع الأوامر .
4. مسار بيانات خارجى 64 بت .
5. حالة تشغيل جديدة وهى حالة توفير القدرة Power saving mode .

شكل (17-11) يبين رسما صندوقيا لهذا المعالج حيث نلاحظ وجود وحدتى الذاكرة المخبأة وحدتى الانسياب المنفصلتين حيث بهذه الطريقة يمكن تنفيذ أمرين فى نفس الوقت على التوازي . أحد إصدارات هذا المعالج يوجد فى شريحة ذات 296 طرفا فى الشكل الشبكي وتسحب تيارا مقداره 4 أمبير للمعالج 133 ميگاهرتز . هذا المعالج له 53 طرفا كلها تمثل القدرة Vcc ، و 53 طرفا تمثل الأرضى . هذا العدد الكبير من الأطراف الخاصة بالقدرة يستخدم لتخفيض الحرارة المنبعثة . لاحظ ازدواجية وحدة الانسياب ووجود وحدة جديدة APIC (Advanced Programmable Interrupt Controller) . وحدة التحكم الموجودة فى المعالج بنتيم تتحكم فى دائرتى الانسياب حيث فى الأحوال العادية يستطيع المعالج تنفيذ أمرين فى نفس الوقت كما ذكرنا . يستطيع المعالج بنتيم تنفيذ عمليات البيانات الحقيقية Floating

Point أسرع من المعالج i486 حوالي 10 مرات نتيجة استخدام دوائر مبنية Hardware لتنفيذ عمليات الضرب والقسمة بدلا من البرمجيات الصغيرة . يحتوى المعالج بنتيم على بعض الأوامر المركبة التى تعمل باستخدام البرمجيات الصغيرة وبالذات الأوامر المنقولة من المعالجات السابقة ، ولذلك فإن هذا المعالج متوافق تماما مع كل ما سبقه من معالجات بحيث أن كل أوامر المعالجات السابقة يمكن تنفيذها عليه مع الاستفادة بوحدة الانسياب الموجودة فيه .



المدى العنوانى للإدخال والإخراج I/O Address Space للمعالج بنتيم يبلغ 64 كيلوبايت للبوابة ذات 8 بت ، أو 32 كيلوبايت للبوابة ذات 16 بت أو 16 كيلوبايت للبوابة ذات 32 بت حيث يمكن للمعالج التعامل مع كل هذه الأنواع أو مع بعضها .

الذاكرة المخبأة تكون غالبية الثمن كما ذكرنا لأنها تتميز بصغر زمن الاتصال بها وتنقسم هذه الذاكرة إلى مستويين من حيث اتصالها بالمعالج . فهناك الذاكرة المخبأة ذات المستوى الأول Level 1 والتي يرمز لها بالرمز L1 . هذه الذاكرة يتم بناؤها داخل شريحة المعالج نفسه وتكون كميتها صغيرة حوالى 8 أو 16 كيلوبايت فى العادة .

المستوى الثانى من الذاكرة المخبأة Level 2 ويرمز لها بالرمز L2 ، ويتم بناؤها خارج شريحة المعالج وتكون امتداد لذاكرة المستوى الأول . أى أن البيانات تنتقل منها إلى ذاكرة المستوى الأول فى حالة القراءة ، ومن ذاكرة المستوى الأول إليها فى حالة الكتابة وليس للمستخدم أى سيطرة عليها . كمية هذه الذاكرة تكون كبيرة فى العادة حيث تبلغ 512 كيلوبايت .

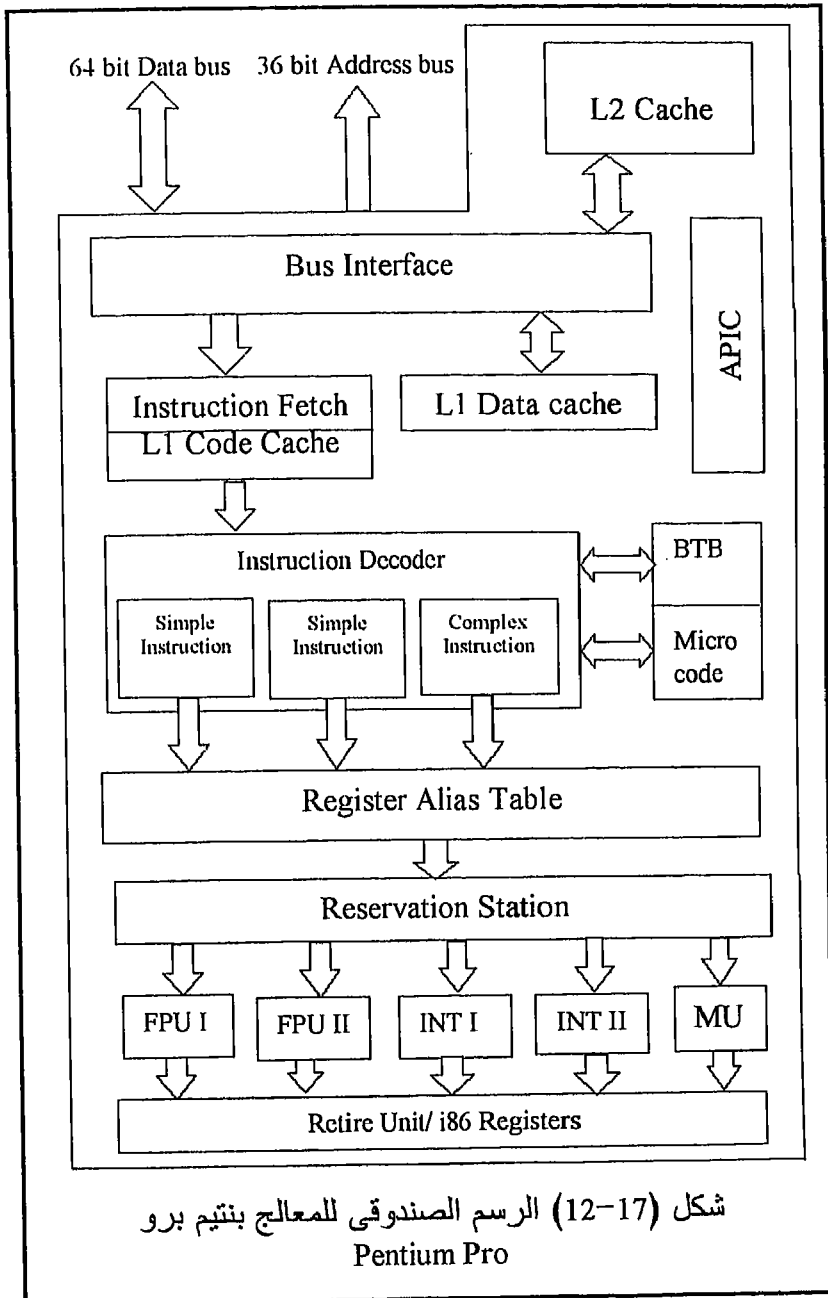
17-9 المعالج بنتيم برو Pentium Pro Processor

لقد كان التطور التالى فى عائلة بنتيم هو المعالج بنتيم برو الذى تميز باحتوائه على كل ذاكرة المستوى الثانى المخبأة ، أى أنه يحتوى على 512 كيلوبايت ذاكرة مخبأة من المستوى الأول داخل نفس شريحة المعالج . لكى تتصور مدى كثافة المكونات على شريحة هذا المعالج فإنه يحتوى على خمسة ونصف مليون ترانزستور كلها مجمعة على شريحة تبلغ مساحتها 7.26 سم × 6.25 سم . هذه الشريحة تستهلك قدرة كهربية مقدارها 38 وات (12 أمبير تقريبا عند 3.3 فولت).

يحتوى المعالج بنتيم برو على 3 وحدات انسياب Pipeline كل منها تتكون من 12 مرحلة ، كما يحتوى على وحدة معالجة البيانات الحقيقية Floating Point Unit, FPU .

لقد صدر المعالج بنتيم برو فى شريحة شبيكية متداخلة الأرجل Staggered Pin Grid Array, SPGA . شكل (17-12) يبين رسما صندوقيا لهذا المعالج . يتضح لنا من هذا الشكل أن مسار البيانات يتكون من 64 بت ، بينما مسار العناوين يتكون من 36 بت . هناك أيضا وحدة مواجهة المسارات Bus Interface Unit والتي تمثل حلقة الوصل بين المسارات الخارجية ووحدتى الذاكرة المخبأة

الداخلية ، حيث الوحدة الأولى تمثل وحدة ذاكرة مخبأة للبيانات ، والوحدة الثانية تمثل ذاكرة مخبأة للأوامر وكل منهما من المستوى الأول وتبلغ 8 كيلوبايت .



الجديد أيضا أن كل واحدة من وحدتي الذاكرة المخبأة السابقتين لها مسار بيانات خاص لقراءة البيانات ومسار آخر للكتابة بحيث يمكن القراءة والكتابة في نفس الوقت من أى واحدة في نفس نبضة التزامن . تمثل وحدة مواجهة المسارات أيضا حلقة الوصل بين المسارات الخارجية ووحدة الذاكرة المخبأة الثالثة .

تقوم وحدة إحضار الأوامر Instruction Fetch, IF بإحضار الأوامر من الذاكرة المخبأة للأوامر إلى مشفر الأوامر الذى يحتوى على 3 وحدات انسياب Pipelining تعمل على التوازي ، اثنان منها لتشفير الأوامر البسيطة ، والثالث لتشفير الأوامر المركبة CISC والتي تتطلب برمجيات قصيرة لتنفيذها .

يحتوى المعالج بنيتيم برو على 40 مسجلا عاما تقوم وحدة جدول المسجلات Register Table المبنية في الشكل بالتنسيق بينها وبين المسجلات العامة المعروفة من المعالجات السابقة . يوضح هذا الشكل أيضا احتواء هذا المعالج على خمس وحدات لتنفيذ الأوامر ، اثنان منها لتنفيذ الأوامر ذات البيانات الحقيقية FPUI و FPUII ، واثنان لتنفيذ الأوامر ذات البيانات الصحيحة INTI و INTII ووحدة مواجهة الذاكرة Memory Interface Unit, MIU . كل هذه الوحدات تعمل منفصلة وغير معتمدة على بعضها مما يمكنها من تنفيذ خمسة أوامر في نفس الوقت على التوازي وفي نفس نبضة التزامن الواحدة . بالطبع لا يخلو الأمر من بعض الأوامر الشاذة التي تحتاج لمعاملات خاصة وهذه تحل مشاكلها في وحدة العزل Retire unit والتي تحل فيها جميع مشاكل أوامر التفريع والقفز . آخر وحدة في هذا الشكل هي وحدة المقاطعة المتقدمة القابلة للبرمجة Advanced Programmable Interrupt Controller, PIC والتي تستخدم أساسا لتنشيط عمليات المعالجة المتعددة multiprocessing باستخدام حتى 4 معالجات من هذا النوع دون الاحتياج لأى إضافات .

بذلك نكون قد وقفنا على جميع المعالجات بجميع أنواعها ، ونكون قد تأكدنا من أن فكرة المعالج الأساسية لم تتغير ابتداء من المعالجات 8 بت وانتهاء بالمعالجات 64 بت .

10-17 تمارين

1. ما هو مقدار الذاكرة التي يمكن أن يتعامل معها كل من المعالجات التالية :

- المعالج 8086
- المعالج 80186
- المعالج 80286
- المعالج 80386
- المعالج 80486

- المعالج بنتيم
 - المعالج بنتيم برو
2. كم عدد بتات مسار البيانات في كل المعالجات السابقة ؟
 3. اشرح نظام الذاكرة في كل واحد من المعالجات السابقة وكيفية تنشيط البنكات المختلفة في كل حالة ؟
 4. اشرح نظام الإدخال والإخراج في كل من المعالجات السابقة وكيفية تنشيط البنكات المختلفة في كل حالة أيضا ؟
 5. ما هي وظيفة الطرف $\overline{BS16}$ في المعالج 80386 ؟
 6. ما هي الذاكرة المخبأة cache memory ؟ وما هو أول معالج بدأ في استخدامها ؟ وما مقدارها في كل معالج من المعالجات التي استخدمتها ؟
 7. اشرح المقصود بملف المسجلات Register file ؟ وما هو أول معالج بدأ في استخدامه ؟ وما هو عدد المسجلات في كل معالج من المعالجات التي استخدمت هذه الفكرة ؟
 8. ما هو الفرق بين الذاكرة المخبأة وملف المسجلات ؟ وهل يمكن الاستغناء عن أي منهما على حساب الآخر ؟
 9. اشرح فكرة الانسياب Pipelining ؟ وما هي المعالجات التي تستخدم هذه الفكرة ؟
 10. ما هو المقصود بالحاسبات ذات القائمة المخفضة RISC ؟ وعلى أي شيء تم التخليص ؟
 11. هل هناك علاقة بين فكرة تخفيض الأوامر RISC والانسياب ؟
 12. اذكر خصائص ومميزات وعيوب الحاسبات RISC ؟
 13. ما هو الفرق بين المعالجين بنتيم وبننتيم برو ؟
 14. إذا طلب منك تصميم دائرة تتحكم في إشارة مرور في تقاطع معين ، فأى المعالجات التي درستها تختار ؟
 15. ما رأيك في الاستغناء عن دراسة المعالجات 8 بت والاكتفاء بدراسة آخر الأجيال منها وهو المعالج بنتيم برو مثلا ؟

الملحق الأول ... 1

الحساب الثنائي Binary Arithmetic

مقدمة

لقد رأينا في الفصل السابع كيفية إجراء الجمع الثنائي والطرح الثنائي باختصار شديد وقد كان التركيز الكلى على الدوائر التى تفى بهذه الأغراض ، ولكن تبقى حتى الآن بعض الأسئلة التى مازالت تحتاج إلى إيضاح ومنها كيف يتعامل المعالج مع الأرقام السالبة ؟ وكيف يميز بين رقم سالب وآخر موجب ؟ وأنا كمبرمج كيف أعرف إذا كانت النتيجة سالبة أو موجبة ؟ وماذا عن عمليات الضرب والقسمة ؟ كل هذه الأسئلة سنجيب عنها فى هذا الملحق إن شاء الله .

عمليات الجمع والطرح

انظر إلى عمليات الجمع الثنائي التالية :

BCD	عشرى	BCD	عشرى
0010 0101	25	0101 0101	55
0011 0001 +	31 +	0100 0100 +	44 +
<u>0101 0110</u>	<u>56</u>	<u>1001 1001</u>	<u>99</u>

نلاحظ فى هذين المثالين التطابق التام فى نتيجة الجمع فى كلا النظامين العشري والعشري المكود ثنائيا BCD . الآن انظر إلى عمليتى الجمع التاليتين :

DCB	عشرى	BCD	عشرى
0010 1001	29	0101 0101	55
0010 0010 +	22 +	0011 1000 +	38 +
<u>0100 1011</u>	<u>51</u>	<u>1000 1101</u>	<u>93</u>

نلاحظ في المثالين السابقين عدم التطابق بين الصورة العشرية والصورة الثنائية ولكن الظريف في الأمر أننا يمكن أن نحصل على التطابق المطلوب بمجرد إضافة الرقم 6 (0110) إلى النتيجة كما يلي :

DCB	عشرى	BCD	عشرى
1001 0010	29	0101 0101	55
0010 0010 +	22 +	0011 1000 +	38 +
<u>0100 1011 (خطأ)</u>	<u>51</u>	<u>1000 1101 (خطأ)</u>	<u>93</u>
0110 +		0110 +	
<u>0101 0001 (صح)</u>		<u>1001 0011 (صح)</u>	

من ذلك نخرج بنتيجة مهمة وهي أنه في حالة جمع رقمين كل منهما 4 بتات فإنه إذا كانت النتيجة أقل من أو تساوى 9 فإن هذه النتيجة تكون متطابقة مع النظام العشري ولا تحتاج لعملية ضبط adjust. أما إذا كانت النتيجة أكبر من 9 أو كان هناك حمل من الخانة الثالثة (الأخيرة) فإنه للحصول على النتيجة في الصورة العشرية فلا بد من عملية ضبط بإضافة الرقم 6 (0110) للنتيجة . لزيادة التأكيد على ذلك انظر للأمثلة التالية :

1001	9	0100	4	0011	3
<u>1001 +</u>	<u>9 +</u>	<u>1001 +</u>	<u>9 +</u>	<u>0101 +</u>	<u>5 +</u>
10010	18	1101	13	1000	8
<u>0110+</u>		<u>0110 +</u>			
11000		1 0011			

أما في حالة جمع رقمين كل منهما 8 بتات فإن نفس النتيجة السابقة تطبق على كل نصف من النتيجة على حده . أى أنه إذا كان النصف الأول من النتيجة أكبر من 9 أو كان هناك حمل من الخانة الثالثة إلى الخانة الرابعة (أى أن علم الحمل البيني HCF يساوى واحداً) فإنه يجب إضافة الرقم 6 (0110) إلى النتيجة كعملية ضبط . وأما إذا كان النصف الثانى من النتيجة أكبر من 9 أو حصل حمل من الخانة السابعة (أى علم الحمل يساوى واحد) فإنه يجب إضافة الرقم 60H (0110 0000) إلى النتيجة كعملية ضبط للحصول على النتيجة في الصورة العشرية . الأمثلة التالية توضح ذلك :

$$\begin{array}{r}
 1001 \ 0101 \quad 59 \\
 0011 \ 1001 \ + \\
 \hline
 1001 \ 0010 \quad 98 \\
 0110 \ + \\
 \hline
 1001 \ 1000
 \end{array}$$

حصل حمل من الخانة الثالثة إلى الرابعة
لذلك لزم إضافة 0110 إلى النتيجة.

$$\begin{array}{r}
 1000 \ 1000 \quad 88 \\
 0100 \ 1001 \ + \\
 \hline
 1101 \ 0001 \quad 137 \\
 0110 \ + \\
 \hline
 1101 \ 0111 \\
 0110 \ 0000 \ + \\
 \hline
 1 \ 0011 \ 0111
 \end{array}$$

حصل حمل من الخانة الثالثة إلى الرابعة
لذلك لزم إضافة 0110 إلى النتيجة .
النصف الأخير من النتيجة أكبر من 9
لزم إضافة 0110 0000 إلى النتيجة .

إن عملية إضافة الرقم 6 أو 60H إلى النتيجة تسمى عملية الضبط العشري وهذه العملية يقوم بها الكثير من المعالجات بناء على الأمر DAA والذي يعنى Dicimal Adjust accumulator after Addition أى ضبط المرمك عشريا بعد عملية الجمع .

يمكن إجراء نفس عملية الضبط السابقة بعد عملية الطرح ، الإختلاف هو أننا نطرح الرقم 6 من النتيجة إذا كان النصف الأول منها أكبر من 9 أو كان علم الحمل البينى HC يساوى واحدا ، ونطرح الرقم 60H من النتيجة إذا كان النصف الثانى منها أكبر من 9 أو كان علم الحمل CF يساوى واحدا ، الأمثلة التالية توضح ذلك :

$$\begin{array}{r}
 1000 \ 0110 \quad 86 \\
 0101 \ 0111 \ - \\
 \hline
 0010 \ 1111 \quad 29 \\
 0110 \ - \\
 \hline
 0010 \ 1001
 \end{array}$$

النصف الأول من النتيجة أكبر من 9 لذلك لزم طرح الرقم 6 منها .

	1001 0100	49
	0111 0010 -	72 -
النصف الثانى من النتيجة أكبر من 9 لذلك لزم	1101 0111	77
طرح الرقم 60H منها .	0110 0000 -	
	0111 0111	

لننسى كون النتيجة يجب أن تكون سالبة أو موجبة الآن ونعلم أن عملية طرح الرقم 6 أو 60H من النتيجة يقوم بها الكثير من المعالجات بناء على الأمر DAS أى Decimal Adjust accumulator after Subtraction والتي تعنى ضبط المرمك عشريا بعد عملية الطرح .

تمثيل الأرقام السالبة فى النظام الثنائى

فى النظام العشري نستطيع تمييز الأرقام السالبة بوضع إشارة (-) قبل الرقم كما نستطيع تمييز الأرقام الموجبة بوضع الإشارة (+) أمامه . أما فى النظام الثنائى حيث الواحد والصفر هما الشكلان الوحيدان المتاحان للاستخدام فلا بد وأن يكون هناك وسيلة لتمثيل الأرقام السالبة والموجبة . ولقد تم التعارف على أن تكون آخر بت فى الرقم تمثل إشارة ذلك الرقم وتم التعارف أيضا على أنه إذا كانت آخر بت تساوى صفرا فإن ذلك الرقم يكون موجبا وإذا كانت آخر بت تساوى واحدا فإن ذلك الرقم يكون سالبا . وإليك بعض الأرقام السالبة والموجبة على حسب التعارف السابق :

	حانة الإشارة	
+7	0	0000111
+46	0	0101110
+64	0	1000000
-12	1	1110100
-46	1	1010010

المتعم الثنائى

لتسهيل العمليات الحسابية ، وبالأذات عمليات الطرح ، فى ظل هذا التعارف السابق فقد تم استخدام نظام المتعم الثنائى لتمثيل الأرقام السالبة . المتعم الثنائى لأى رقم ثنائى يمكن الحصول عليه بعكس كل بت فى الرقم (جعل الواحد صفوا

والصفر واحدا) ثم إضافة واحد لنتيجة هذا العكس . هذا المتمم الثنائي للرقم يمثل الرقم سالبا . الأمثلة التالية توضح ذلك :

- الرقم +7 يمثل ثنائيا بالرقم 00000111 حيث نلاحظ أن آخر بت تساوى صفرا دلالة على أن هذا الرقم موجب . اذن كيف يمثل الرقم 7- ؟
- للحصول على الرقم 7- الثنائي نتبع الخطوات التالية :

الرقم +7 هو 00000111

اعكس الرقم 11111000

أضف واحدا 11111001

هذه النتيجة الأخيرة (11111001) تمثل الرقم 7- في النظام الثنائي .

لاحظ أنه في ظل تخصيص الخانة الأخيرة للإشارة أصبحت قيمة الرقم ممثلة فقط بسبعة (بتات) ، أى أن قيمة الرقم قد نقصت حيث كانت قيمته تتراوح بين الصفر و 255 قبل اعتبار الخانة الأخيرة كخانة إشارة ، أما في ظل اعتبار الخانة الأخيرة كخانة إشارة فلقد أصبحت قيمة الرقم تتراوح بين الصفر و +127 للأرقام الموجبة (البت الثامنة صفر) ، وتتراوح قيمة الرقم بين -1 و -128 للأرقام السالبة (بت الإشارة واحد) . وعلى ذلك يمكن كتابة هذه الأرقام كما يلي:

01111111 +127

01111110 +126

01111101 +125

.....

00000001 +1

00000000 0

11111111 -1

11111110 -2

.....

10000001 -127

10000000 -128

افتراض أن أمامك رقما وتريد معرفة قيمة هذا الرقم وهل هو سالب أم موجب ؟ فى هذه الحالة عليك أولا النظر إلى خانة الإشارة فإذا كانت صفرا فإن هذا الرقم موجب وتحدد قيمته بباقي الخانات السبعة . أما إذا كانت خانة الإشارة تحتوى واحدا فإن ذلك يعنى أن هذا الرقم سالبا وتحدد قيمته بعد حساب المتمم الثنائي للرقم . كمثال على ذلك افترض أن لديك الرقم 11111001 ، هذا الرقم سالب لأن آخر خانة تساوى واحدا ، وللحصول على قيمة هذا الرقم نحسب المتمم الثنائي له كالتالى :

الرقم 11111001
 اعكس 00000110
 أضف واحدا 00000111
 إذن هذا الرقم هو 7-

إليك الآن بعض الأمثلة على عمليات الجمع والطرح للأرقام ذات الإشارة :

$$\begin{array}{r}
 00001101 \quad +13 \\
 \underline{00001001 \quad +9} \quad + \\
 00010110 \quad +22
 \end{array}$$

آخر بت في النتيجة تساوى صفرا لذلك فالنتيجة موجبة وتساوى 22 .

لاحظ أننا نتعامل في النظام الثنائي وليس النظام الست عشري .

$$\begin{array}{r}
 00001101 \quad +13 \\
 \underline{11110111 \quad -9} \quad + \\
 1\ 00000100 \quad +4
 \end{array}$$

المتتم الثنائي للرقم 9
 تم إهمال الحمل الناتج ، وطالما أن آخر بت في النتيجة تساوى صفرا فالنتيجة موجبة وتساوى +4 .

$$\begin{array}{r}
 00001001 \quad +9 \\
 \underline{11110011 \quad -13} \quad + \\
 11111100 \quad -4
 \end{array}$$

المتتم الثنائي للرقم 13
 آخر بت تساوى واحد فالنتيجة سالبة ، خذ المتتم الثنائي للنتيجة وهو

00000100 تحصل على النتيجة النهائية ، لذلك فالنتيجة النهائية تساوى -4 .

$$\begin{array}{r}
 11110011 \quad -13 \\
 \underline{11110111 \quad -9} \quad + \\
 1\ 11101010 \quad -22 \\
 \underline{00010110}
 \end{array}$$

إهمل الحمل ، خذ المتتم الثنائي للنتيجة وهو
 لذلك فالنتيجة تساوى -22

في الأمثلة السابقة كنا نتعامل في النظام العشري أو النظام الثنائي ، ماذا سيكون الموقف عند التعامل مع النظام الست عشري الشائع الاستخدام في الكثير من أنظمة المعالج . إليك بعض الأمثلة التي توضح ذلك :

$$\begin{array}{r}
 00010011 \quad +13H \\
 11110111 \quad -9H \quad + \\
 \hline
 100001010 \quad +0AH
 \end{array}$$

إهمل الحمل والنتيجة هي +0A لأن آخر بت فى النتيجة تساوى صفرا .

$$\begin{array}{r}
 00001001 \quad +9H \\
 11101101 \quad -13H \quad + \\
 \hline
 11110110 \quad -0AH \\
 00001010
 \end{array}$$

المتتم الثنائى للرقم 13H (00010011) آخر بت تساوى 1 فالنتيجة سالبة , خذ المتتم الثنائى لذلك فالنتيجة هي -0A .

من ذلك نرى أن عملية تمثيل الأرقام السالبة بالمتتم الثنائى للرقم هي نفسها فى أى من النظامين العشري أو الستعشرى ، كل ما هناك هو ملاحظة الفرق فى كيفية وضع الرقم فى صورته الثنائية . إن الأمثلة السابقة توضح لنا أن عملية الطرح ما هي إلا عملية جمع للمطروح منه مع المتتم الثنائى للمطروح وذلك ما تقوم به عادة دوائر المعالج التى تقوم بتنفيذ عملية الطرح كما رأينا فى الفصل السابع .

الضرب والقسمة ثنائيا

يمكن إجراء الضرب الثنائى بأكثر من طريقة أولها هي طريقة الضرب فى النظام العشري التى نعرفها جميعا منذ الصغر حيث يتم ضرب الخانة الأولى من المضروب فى المضروب فيه وتدون النتيجة ، ثم يتم ضرب الخانة الثانية من المضروب فى المضروب فيه وتدون النتيجة تحت النتيجة السابقة ولكن تزاح ليسار بمقدار خانة ، وهكذا يتم ضرب جميع خانات المضروب فى المضروب فيه وفى كل مرة تدون النتيجة تحت النتيجة السابقة بعد إزاحتها بمقدار خانة واحدة ، وفى النهاية يتم جمع جميع النتائج السابقة كما يلى :

$$\begin{array}{r}
 1011 \quad 11 \quad \text{المضروب فيه} \\
 1001 \quad \text{المضروب} \\
 \hline
 1011 \\
 0000 \\
 0000 \\
 1011 \\
 \hline
 1100011
 \end{array}$$

من الطرق الأخرى للضرب استخدام طريقة الجمع المتكرر حيث فى المثال السابق مثلا نقوم بجمع العدد 11 مع نفسه 9 مرات . من عيوب هذه الطريقة أنها تكون بطيئة بالذات فى حالة ضرب الأرقام الكبيرة ، فمثلا فى حالة ضرب

الرقمين 165 فى 99 سنقوم بجمع الرقم 165 مع نفسه 99 مرة وذلك بالطبع يتطلب الكثير من الوقت .

فى المثال السابق (11x9) نرى أن نتيجة ضرب أى خانة من المضروب فى المضروب فيه تكون إما صفرا أو المضروب فيه نفسه حيث أن هذه الخانة تكون إما صفرا أو واحدا . يمكن الاستفادة من ذلك فى استنتاج طريقة أخرى للضرب أسرع وأنسب من الطريقتين السابقتين كما سنرى فى المثال التالى : (13x13=169)

	1101
	1101 ×
طالما أن البت الأولى من المضروب 1 كتبنا المضروب فيه كما هو .	1101
ثم أرحنا النتيجة السابقة لليمين بمقدار خانة واحدة .	01101
طالما أن البت الثانية من المضروب 0 لم نفعل شئ فقط أرحنا النتيجة السابقة لليمين بمقدار خانة .	001101
طالما أن الخانة الثالثة من المضروب 1 جمعنا المضروب فيه على النتيجة السابقة فنحصل على النتيجة التالية :	001101
	1101 +
	1000001
ثم أرحنا النتيجة السابقة ناحية اليمين بمقدار خانة .	01000001
طالما أن البت الرابعة فى المضروب 1 نجمع المضروب فيه على النتيجة السابقة فنحصل على النتيجة النهائية التالية :	01000001
169	1101 +
	10101001

أى أن هذه الطريقة تتلخص فى أننا نضرب الخانة الأولى من المضروب فى المضروب فيه ثم نزيح النتيجة ناحية اليمين بمقدار خانة ، وإذا كانت الخانة الثانية صفرا فلا نعمل شيئا سوى الإزاحة لليمين بمقدار خانة ، وإذا كانت واحدا نجمع المضروب فيه مع النتيجة السابقة ثم نزيح نتيجة الجمع السابقة خانة وننظر فى الخانة الثالثة من المضروب ، وهكذا . نلاحظ أن هذه الطريقة أسرع بكثير من الطرق السابقة كما نلاحظ أن النتيجة النهائية للضرب تشغل عددا من البتات يساوى مجموع عدد بتات المضروب والمضروب فيه .

لإجراء عملية القسمة الثنائية نتبع نفس الخطوات التى اتبعناها فى إجراء عمليات الجمع الثنائى ، سوى أننا نستخدم الطرح المتكرر بدلا من الجمع المتكرر كما فى حالة الجمع ، أو نستخدم الطرح ثم الإزاحة ناحية اليسار بدلا من الجمع ثم الإزاحة ناحية اليمين كما فى حالة الضرب .

مراجع الكتاب

1. The MFA microcomputer training kit manuals , 1986.
2. Heathkit manual for the microprocessor trainer model ET-3400, 1981.
3. Ramesh S. Gaonkar, "Microprocessor architecture, programming and applications with the 8085/8080A." Wiley Eastern Limited, 1986.
4. Douglas V. Hall "Microprocessors and digital systems" McGraw Hill Book company, 1983.
5. Kathe Spracklen "Z-80 and 8080 assembly language programming" Hayden Book Company, Inc, 1979.
6. Charles K. Adams "Master handbook of microprocessor chips" TAB Books Inc. 1981.
7. David F. Stout "Microprocessor applications handbook" McGraw Hill Book Company, 1985.
8. James W. Coffern "Z-80 Applications" ترجمة الدار العربية للعلوم 1988.
9. Lance A. Lventhal "6800 assembly language programming" Osborne & Associates Inc. 1978.
10. Joseph J. Carr "Microprocessor Interfacing" TAB Books Inc. 1982.
11. Frank P. Tedeschi & Robert Colen "101 projects for the Z-80" TAB Books Inc. 1983.
12. Hermann Schmid "Electronic analog/digital conversions" Van Nostrand Reinhold Company, 1970.
13. Micro-tech Publication "Microprocessor Data Hand Book" 1991
14. Michael Thorne "Programming the 8086/8088 for the IBM PC and Compatibles" The Benjamin P. Company 1986
15. الطبعة الأولى 1991 "البرمجة بلغة التجميع" د. عوض منصور.
16. Barry B. Brey "The Intel Microprocessors 8086, 80186, 80286, 80386, 80486" Maxwell International 1991 .
17. Hans-Peter Messmer "The Indispensable PC Hardware Book" Addison- Wesley 1997 .
18. Daniel Tabak "Advanced Microprocessors" McGraw Hill Inc. 1995

المعالجات الدقيقة

Microprocessors

تأليف / د. محمد إبراهيم العدوي

— هذا الكتاب —

ما هو الميكروبروسيسور (المعالج الدقيق)؟ أين يقع المعالج في الميكروكومبيوتر؟ كيف يمكن برمجته؟ كيف يمكن توصيله مع الذاكرة؟ كيف يمكن إدخال بيانات إليه، وكيف يمكن إخراج بيانات منه؟ كيف يمكن استخدام المعالج كعنصر أساسي في دوائر التحكم مثل التحكم في درجات الحرارة والضغط وإشارات المرور وغير ذلك؟ ما هو الميكروكومبيوتر ذو الكارت الواحد؟ ما هي البرامج الفرعية؟ كيف يمكن مقاطعة الميكروبروسيسور؟ كل هذه الأسئلة وأكثر يجيب عنها هذا الكتاب في أسلوب سهل وأفكار متدرجة خالية من التعقيد ومن خلال أمثلة ومقارن كثيرة مطبقة على أشهر المعالجات ذات 8 بت وهي المعالج intel 8085 والمعالج Z80 وكذلك أشهر المعالجات ذات 16 بت وهو المعالج intel 8086. ولم يقف الكتاب عند هذا الحد بل قدم المعالجات الأخرى مثل المعالجات 80186 و 80286 و 80386 و 80486 وحتى الأجيال المتأخرة من عائلة إنتيم

Bibliotheca Alexandrina



0354220

IHCI

INTERNATIONAL HOUSE FOR CULTURAL INVESTMENTS

CAIRO - EGYPT

ISBN : 977-282-076-5

المحتويات

الإهداء عرض الكتاب

1	الفصل الأول : عصر الميكروبروسيسور
3	1-1 عصر الميكروبروسيسور
5	2-1 أين يقع المعالج فى داخل الميكروكومبيوتر ؟
6	1-2-1 الذاكرة
7	2-2-1 وحدات الإدخال والإخراج
8	3-2-1 وحدة المعالجة المركزية
8	3-1 ماذا تعنى هذه الألفاظ ؟
8	1-3-1 الميكروكومبيوتر والميكروبروسيسور
9	2-3-1 البرمجة والبناء software and hardware
10	3-3-1 الأمر والبرنامج
10	4-3-1 لغات البرمجة
12	5-3-1 البت والبايت
12	4-1 تمارين
15	الفصل الثانى : البناء المعمارى للمعالج
17	1-2 مقدمة
17	2-2 المهام الأساسية المطلوبة من المعالج
18	3-2 أجزاء المعالج الأساسية
18	4-2 المسجلات والعدادات فى شريحة المعالج
19	1-4-2 مسجل التراكم accumulator
20	2-4-2 عداد البرنامج program counter
20	3-4-2 مسجل وفاكك شفرة الأوامر
20	instruction register & decoder
21	4-4-2 مسجل الحالة status register
21	1-4-4-2 علم الصفر zero flag
21	2-4-4-2 علم الإشارة sign flag
21	3-4-4-2 علم الحمل carry flag
22	4-4-4-2 علم الباريتى parity flag
	5-4-4-2 علم الحمل النصفى أو البينى

22	half carry flag
	5-4-2 مسجل مؤشر المكسدة
23	stack pointer register
23	6-4-2 المسجلات عامة الأغراض
25	5-2 نظرة خارجية على شرائح المعالج
26	1-5-2 مسار العناوين address bus
26	2-5-2 مسار البيانات data bus
27	3-5-2 خطوط التحكم control lines
30	6-2 شرائح المعالجات ذات 8 بت 8 bit microprocessors
30	1-6-2 الشريحة Intel8085
30	2-6-2 المعالج Z80
33	7-2 تمارين
35	الفصل الثالث : برمجة المعالج
37	1-3 مقدمة
37	2-3 لغات الحاسب
37	3-3 ما هو الأمر ؟
38	4-3 ما هو البرنامج ؟
39	5-3 كيف يقوم المعالج بتنفيذ البرنامج ؟
40	6-3 طريقة كتابة البرنامج للمعالج
40	1-6-3 الشفرات الثنائية binary codes
40	2-6-3 الشفرات الست عشرية hexadecimal codes
42	3-6-3 الشفرات الحرفية mnemonics codes
44	7-3 اللغات ذات المستوى العالى high level languages
45	8-3 خطوات كتابة برنامج بلغة التسمية
48	9-3 تمارين
51	الفصل الرابع : برمجة المعالج Intel8085
53	1-4 مقدمة
53	2-4 مجموعة أوامر الانتقال Transfer instructions
53	1-2-4 MOV الأمر
55	2-2-4 MVI الأمر
57	3-2-4 LXI الأمر
60	4-2-4 الأوامر LDA و STA
61	5-2-4 الأوامر SHLD و LHLD

62	3-4 تمارين
63	4-4 مجموعة أوامر الحساب arithmetic instructions
64	1-4-4 الأوامر ADD و SUB
66	2-4-4 الأوامر ADI و SUI
67	3-4-4 الأوامر ADC و SBB
69	4-4-4 الأوامر INR و DCR
71	5-4-4 الأوامر INC و DCX
71	5-4 تمارين
73	6-4 مجموعة أوامر القفز jump instructions
73	1-6-4 القفز غير المشروط unconditional jump
73	2-6-4 القفز المشروط conditional jump
75	7-4 مهمة أخرى للأسمبلر
75	1-7-4 الأمر والمعاملات
77	2-7-4 التعليق comment
78	3-7-4 العلامة label
79	8-4 أوامر الإدخال والإخراج input output instructions
83	9-4 مجموعة أوامر المنطق logic instructions
85	10-4 كيفية الاتصال بالذاكرة Memory addressing
85	1-10-4 الطريقة المباشرة direct method
85	2-10-4 الطريقة غير المباشرة indirect method
95	11-4 تمارين

99 الفصل الخامس : برمجة المعالج Z80

101	1-5 مقدمة
101	2-5 مجموعة أوامر الانتقال transfer instructions
101	1-2-5 نقل معلومة من مسجل الى مسجل آخر
102	2-2-5 تحميل مسجل بثابت أو معلومة فورية
105	3-2-5 نقل معلومة من مسجل الى الذاكرة والعكس
106	1-3-2-5 الطريقة المباشرة direct addressing
	2-3-2-5 الطريقة غير المباشرة
107	indirect addressing
109	3-3-2-5 طريقة الفهرسة indexed addressing
109	3-5 تمارين
110	4-5 مجموعة أوامر الحساب arithmetic instructions

110	1-4-5 الأوامر ADD و SUB
113	2-4-5 الأوامر ADC و SBC
115	3-4-5 الأوامر INC و DEC
115	4-4-5 العمليات الحسابية على أزواج المسجلات
117	5-4-5 أمر المقارنة compare instruction
118	5-5 تمارين
119	6-5 مجموعة أوامر القفز jump instructions
119	1-6-5 القفز غير المشروط unconditional jump
120	2-6-5 القفز المشروط conditional jump
120	3-6-5 القفز النسبي relative jump
121	7-5 مهمة أخرى للأسمبلر
121	8-5 أوامر الإدخال والإخراج input output instructions
122	1-8-5 أوامر الإدخال input instructions
123	2-8-5 أوامر الإخراج output instructions
123	9-5 مجموعة أوامر المنطق logic instructions
141	10-5 تمارين

145 الفصل السادس : المعالج من البداية حتى النهاية

147	1-6 مقدمة
147	2-6 الجمع الثنائي binary addition
148	1-2-6 دائرة نصف المجمع half adder
149	2-2-6 دائرة المجمع الكامل full adder
150	3-6 الطرح الثنائي binary subtraction
154	4-6 وحدة الحساب والمنطق arithmetic and logic unit
157	5-6 مسجل التراكم accumulator register
161	6-6 إضافة ذاكرة للمعالج الافتراضي
165	7-6 تمارين

167 الفصل السابع : أساسيات مواجهة المعالج

169	1-7 مقدمة
169	2-7 فصل buffering خطوط المعالج
169	1-2-7 ماذا نعني بكلمة فصل ؟
170	2-2-7 متى نحتاج لفصل خطوط المعالج ؟
172	3-7 البوابات ثلاثية المنطق tristate logic gates

174	1-3-7 بوابات المنطق الثنائى
175	2-3-7 البوابات ثلاثية المنطق
177	4-7 الماسك latch
178	5-7 بعض الشرائح التى تستخدم فى فصل المسارات
178	1-5-7 الشريحة 74244 عازل ثمانى ثلاثى المنطق
	2-5-7 الشريحة 74245 فاصل ذو ثمان بتات ثنائى
179	الاتجاه ثلاثى المنطق
181	3-5-7 الشريحة 74374 فاصل ماسك ذو ثمان بتات
182	6-7 تمارين

183	الفصل الثامن : فصل مسارات المعالج
185	1-8 مقدمة
186	2-8 لماذا مسار العنوانين ؟
188	3-8 لماذا مسار التحكم ؟
190	4-8 تهيئة مسارات المعالج 8085 لعملية المواجهة
191	1-4-8 مسار العنوانين للمعالج 8085
192	2-4-8 مسار البيانات للمعالج 8085
194	3-4-8 مسار التحكم للمعالج 8085
196	5-8 تهيئة مسارات المعالج Z80 لعملية المواجهة
200	6-8 تمارين

203	الفصل التاسع : مواجهة الذاكرة memory interfacing
205	1-9 مقدمة
206	2-9 أساسيات بناء ذاكرة الحاسب
210	3-9 كيف سنوصل الذاكرة على المعالج ؟
210	1-3-9 مثال توضيحى
210	2-3-9 نظام بلوكات الذاكرة
213	3-3-9 بناء البلوكات من شرائح
220	4-9 تمارين

221	الفصل العاشر : الإدخال والأخراج
223	1-10 مقدمة
225	2-10 طرق ارسال واستقبال المعلومات الرقمية
	3-10 الطريقة الأولى من طرق الإدخال والأخراج

227	باستخدام الأمرين IN و OUT
228	output port 1-3-10 دائرة بوابة الأخراج
234	input port 2-3-10 دائرة بوابة الإدخال والإخراج
236	4-10 الطريقة الثانية من طرق الإدخال والإخراج باستخدام خريطة الذاكرة memory map
238	1-4-10 دائرة بوابة الأخراج باستخدام خريطة الذاكرة
239	2-4-10 دائرة بوابة الإدخال باستخدام خريطة الذاكرة
241	5-10 البوابات القابلة للبرمجة
242	8255A 1-5-10 تركيب الشريحة
244	8255A 2-5-10 برمجة الشريحة
248	8255A 3-5-10 حالات modes تشغيل الشريحة
249	mode zero 1-3-5-10 الحالة صفر
252	mode one 2-3-5-10 الحالة واحد
258	mode two 3-3-5-10 الحالة اثنين
258	6-10 تمارين

261	الفصل الحادي عشر : التحكم فى إشارة مرور
263	1-11 مقدمة
263	2-11 تركيب الدائرة
264	1-2-11 مثال توضيحي
266	3-11 الأطراف الأخرى للمعالج 8085
266	1-3-11 إشارات التزامن clock
267	2-3-11 بدأ وإعادة التشغيل
269	3-3-11 الطرفان HOLD و HLDA
270	4-3-11 الطرف READY
271	5-3-11 طرفي الحالة S0 و S1
272	6-3-11 أطراف المقاطعة
272	7-3-11 الطرفان SID و SOD
272	4-11 الأطراف الأخرى للمعالج Z80
272	1-4-11 أطراف المقاطعة
273	2-4-11 الطرف RFSH
273	3-4-11 الطرف HALT
273	4-4-11 الطرف WAIT
274	5-4-11 الطرف M1

المحتويات

الإهداء عرض الكتاب

1	الفصل الأول : عصر الميكروبروسيسور
3	1-1 عصر الميكروبروسيسور
5	2-1 أين يقع المعالج فى داخل الميكروكومبيوتر ؟
6	1-2-1 الذاكرة
7	2-2-1 وحدات الإدخال والإخراج
8	3-2-1 وحدة المعالجة المركزية
8	3-1 ماذا تعنى هذه الألفاظ ؟
8	1-3-1 الميكروكومبيوتر والميكروبروسيسور
9	2-3-1 البرمجة والبناء software and hardware
10	3-3-1 الأمر والبرنامج
10	4-3-1 لغات البرمجة
12	5-3-1 البت والبايت
12	4-1 تمارين
15	الفصل الثانى : البناء المعمارى للمعالج
17	1-2 مقدمة
17	2-2 المهام الأساسية المطلوبة من المعالج
18	3-2 أجزاء المعالج الأساسية
18	4-2 المسجلات والعدادات فى شريحة المعالج
19	1-4-2 مسجل التراكم accumulator
20	2-4-2 عداد البرنامج program counter
20	3-4-2 مسجل وفاكك شفرة الأوامر
20	instruction register & decoder
21	4-4-2 مسجل الحالة status register
21	1-4-4-2 علم الصفر zero flag
21	2-4-4-2 علم الإشارة sign flag
21	3-4-4-2 علم الحمل carry flag
22	4-4-4-2 علم الباريتى parity flag
	5-4-4-2 علم الحمل النصفى أو البينى

22	half carry flag
	5-4-2 مسجل مؤشر المكسدة
23	stack pointer register
23	6-4-2 المسجلات عامة الأغراض
25	5-2 نظرة خارجية على شرائح المعالج
26	1-5-2 مسار العناوين address bus
26	2-5-2 مسار البيانات data bus
27	3-5-2 خطوط التحكم control lines
30	6-2 شرائح المعالجات ذات 8 بت 8 bit microprocessors
30	1-6-2 الشريحة Intel8085
30	2-6-2 المعالج Z80
33	7-2 تمارين
35	الفصل الثالث : برمجة المعالج
37	1-3 مقدمة
37	2-3 لغات الحاسب
37	3-3 ما هو الأمر ؟
38	4-3 ما هو البرنامج ؟
39	5-3 كيف يقوم المعالج بتنفيذ البرنامج ؟
40	6-3 طريقة كتابة البرنامج للمعالج
40	1-6-3 الشفرات الثنائية binary codes
40	2-6-3 الشفرات الست عشرية hexadecimal codes
42	3-6-3 الشفرات الحرفية mnemonics codes
44	7-3 اللغات ذات المستوى العالى high level languages
45	8-3 خطوات كتابة برنامج بلغة التجميع
48	9-3 تمارين
51	الفصل الرابع : برمجة المعالج Intel8085
53	1-4 مقدمة
53	2-4 مجموعة أوامر الانتقال Transfer instructions
53	1-2-4 MOV الأمر
55	2-2-4 MVI الأمر
57	3-2-4 LXI الأمر
60	4-2-4 LDA و STA الأوامر
61	5-2-4 SHLD و LHLD الأوامر

62	3-4 تمارين
63	4-4 مجموعة أوامر الحساب arithmetic instructions
64	1-4-4 الأوامر ADD و SUB
66	2-4-4 الأوامر ADI و SUI
67	3-4-4 الأوامر ADC و SBB
69	4-4-4 الأوامر INR و DCR
71	5-4-4 الأوامر INC و DCX
71	5-4 تمارين
73	6-4 مجموعة أوامر القفز jump instructions
73	1-6-4 القفز غير المشروط unconditional jump
73	2-6-4 القفز المشروط conditional jump
75	7-4 مهمة أخرى للأسمبلر
75	1-7-4 الأمر والمعاملات
77	2-7-4 التعليق comment
78	3-7-4 العلامة label
79	8-4 أوامر الإدخال والإخراج input output instructions
83	9-4 مجموعة أوامر المنطق logic instructions
85	10-4 كيفية الاتصال بالذاكرة Memory addressing
85	1-10-4 الطريقة المباشرة direct method
85	2-10-4 الطريقة غير المباشرة indirect method
95	11-4 تمارين

99 الفصل الخامس : برمجة المعالج Z80

101	1-5 مقدمة
101	2-5 مجموعة أوامر الانتقال transfer instructions
101	1-2-5 نقل معلومة من مسجل الى مسجل آخر
102	2-2-5 تحميل مسجل بثابت أو معلومة فورية
105	3-2-5 نقل معلومة من مسجل الى الذاكرة والعكس
106	1-3-2-5 الطريقة المباشرة direct addressing
	2-3-2-5 الطريقة غير المباشرة
107	indirect addressing
109	3-3-2-5 طريقة الفهرسة indexed addressing
109	3-5 تمارين
110	4-5 مجموعة أوامر الحساب arithmetic instructions

110	1-4-5 الأوامر ADD و SUB
113	2-4-5 الأوامر ADC و SBC
115	3-4-5 الأوامر INC و DEC
115	4-4-5 العمليات الحسابية على أزواج المسجلات
117	5-4-5 أمر المقارنة compare instruction
118	5-5 تمارين
119	6-5 مجموعة أوامر القفز jump instructions
119	1-6-5 القفز غير المشروط unconditional jump
120	2-6-5 القفز المشروط conditional jump
120	3-6-5 القفز النسبي relative jump
121	7-5 مهمة أخرى للأسمبلر
121	8-5 أوامر الإدخال والإخراج input output instructions
122	1-8-5 أوامر الإدخال input instructions
123	2-8-5 أوامر الإخراج output instructions
123	9-5 مجموعة أوامر المنطق logic instructions
141	10-5 تمارين

145 الفصل السادس : المعالج من البداية حتى النهاية

147	1-6 مقدمة
147	2-6 الجمع الثنائي binary addition
148	1-2-6 دائرة نصف المجمع half adder
149	2-2-6 دائرة المجمع الكامل full adder
150	3-6 الطرح الثنائي binary subtraction
154	4-6 وحدة الحساب والمنطق arithmetic and logic unit
157	5-6 مسجل التراكم accumulator register
161	6-6 إضافة ذاكرة للمعالج الافتراضي
165	7-6 تمارين

167 الفصل السابع : أساسيات مواجهة المعالج

169	1-7 مقدمة
169	2-7 فصل buffering خطوط المعالج
169	1-2-7 ماذا نعني بكلمة فصل ؟
170	2-2-7 متى نحتاج لفصل خطوط المعالج ؟
172	3-7 البوابات ثلاثية المنطق tristate logic gates

174	1-3-7 بوابات المنطق الثنائى
175	2-3-7 البوابات ثلاثية المنطق
177	4-7 الماسك latch
178	5-7 بعض الشرائح التى تستخدم فى فصل المسارات
178	1-5-7 الشريحة 74244 عازل ثمانى ثلاثى المنطق
	2-5-7 الشريحة 74245 فاصل ذو ثمان بتات ثنائى
179	الاتجاه ثلاثى المنطق
181	3-5-7 الشريحة 74374 فاصل ماسك ذو ثمان بتات
182	6-7 تمارين

183	الفصل الثامن : فصل مسارات المعالج
185	1-8 مقدمة
186	2-8 لماذا مسار العنوانين ؟
188	3-8 لماذا مسار التحكم ؟
190	4-8 تهيئة مسارات المعالج 8085 لعملية المواجهة
191	1-4-8 مسار العنوانين للمعالج 8085
192	2-4-8 مسار البيانات للمعالج 8085
194	3-4-8 مسار التحكم للمعالج 8085
196	5-8 تهيئة مسارات المعالج Z80 لعملية المواجهة
200	6-8 تمارين

203	الفصل التاسع : مواجهة الذاكرة memory interfacing
205	1-9 مقدمة
206	2-9 أساسيات بناء ذاكرة الحاسب
210	3-9 كيف سنوصل الذاكرة على المعالج ؟
210	1-3-9 مثال توضيحى
210	2-3-9 نظام بلوكات الذاكرة
213	3-3-9 بناء البلوكات من شرائح
220	4-9 تمارين

221	الفصل العاشر : الإدخال والأخراج
223	1-10 مقدمة
225	2-10 طرق ارسال واستقبال المعلومات الرقمية
	3-10 الطريقة الأولى من طرق الإدخال والأخراج

227	باستخدام الأمرين IN و OUT
228	output port 1-3-10 دائرة بوابة الأخراج
234	input port 2-3-10 دائرة بوابة الإدخال والإخراج
236	4-10 الطريقة الثانية من طرق الإدخال والإخراج باستخدام خريطة الذاكرة memory map
238	1-4-10 دائرة بوابة الأخراج باستخدام خريطة الذاكرة
239	2-4-10 دائرة بوابة الإدخال باستخدام خريطة الذاكرة
241	5-10 البوابات القابلة للبرمجة
242	8255A 1-5-10 تركيب الشريحة
244	8255A 2-5-10 برمجة الشريحة
248	8255A 3-5-10 حالات modes تشغيل الشريحة
249	mode zero 1-3-5-10 الحالة صفر
252	mode one 2-3-5-10 الحالة واحد
258	mode two 3-3-5-10 الحالة اثنين
258	6-10 تمارين
261	الفصل الحادي عشر : التحكم فى إشارة مرور
263	1-11 مقدمة
263	2-11 تركيب الدائرة
264	1-2-11 مثال توضيحي
266	3-11 الأطراف الأخرى للمعالج 8085
266	1-3-11 إشارات التزامن clock
267	2-3-11 بدأ وإعادة التشغيل
269	3-3-11 الطرفان HOLD و HLDA
270	4-3-11 الطرف READY
271	5-3-11 طرفي الحالة S0 و S1
272	6-3-11 أطراف المقاطعة
272	7-3-11 الطرفان SID و SOD
272	4-11 الأطراف الأخرى للمعالج Z80
272	1-4-11 أطراف المقاطعة
273	2-4-11 الطرف RFSH
273	3-4-11 الطرف HALT
273	4-4-11 الطرف WAIT
274	5-4-11 الطرف M1

274	11-4-6 CLK الطرف
274	11-5 إشارات المرور
282	11-6 تمارين
283	الفصل الثاني عشر : البرامج الفرعية subroutines
285	12-1 مقدمة
285	12-2 ما هو البرنامج الفرعي ؟
287	12-3 كيف يعود المعالج الى نفس المكان الذي خرج منه ؟
291	12-4 حساب أزمنة التأخير
294	12-5 تمارين
297	الفصل الثالث عشر : المقاطعة interrupt
299	13-1 مقدمة
299	13-2 طريقة طرق الأبواب لخدمة الأجهزة المحيطة polling
301	13-3 المقاطعة
302	13-4 مقاطعة المعالج 8085
303	13-4-1 الخطوط RST7.5 و RST6.5 و RST5.5
312	13-4-2 الخط TRAP
313	13-4-3 الخط INTR
314	13-4-4 كيف يتم تحديد العنوان الذي سيتم القفز اليه في حالة المقاطعة INTR ؟
315	13-5 مقاطعة المعالج Z80
315	13-5-1 الخط NMI
317	13-5-2 الخط INT
321	13-6 تمارين
323	الفصل الرابع عشر : التركيب الهيكلي للمعالج intel/8086/8088
325	14-1 مقدمة
326	14-2 نظرة داخلية على محتويات المعالج 8086/8088
327	14-3 نظرة تفصيلية على مسجلات المعالج 8086/8088
329	14-3-1 المسجلات عامة الأغراض
332	14-3-2 المسجلات الخاصة
332	14-4 تجزئة الذاكرة memory segmentation
335	14-4-1 مسجل تجزئة البرامج CS

274	11-4-6 CLK الطرف
274	11-5 إشارات المرور
282	11-6 تمارين
283	الفصل الثاني عشر : البرامج الفرعية subroutines
285	12-1 مقدمة
285	12-2 ما هو البرنامج الفرعى ؟
287	12-3 كيف يعود المعالج الى نفس المكان الذى خرج منه ؟
291	12-4 حساب أزمنة التأخير
294	12-5 تمارين
297	الفصل الثالث عشر : المقاطعة interrupt
299	13-1 مقدمة
299	13-2 طريقة طرق الأبواب لخدمة الأجهزة المحيطة polling
301	13-3 المقاطعة
302	13-4 مقاطعة المعالج 8085
303	13-4-1 الخطوط RST7.5 و RST6.5 و RST5.5
312	13-4-2 الخط TRAP
313	13-4-3 الخط INTR
314	13-4-4 كيف يتم تحديد العنوان الذى سيتم القفز اليه فى حالة المقاطعة INTR ؟
315	13-5 مقاطعة المعالج Z80
315	13-5-1 الخط NMI
317	13-5-2 الخط INT
321	13-6 تمارين
323	الفصل الرابع عشر : التركيب الهيكلى للمعالج intel/8086/8088
325	14-1 مقدمة
326	14-2 نظرة داخلية على محتويات المعالج 8086/8088
327	14-3 نظرة تفصيلية على مسجلات المعالج 8086/8088
329	14-3-1 المسجلات عامة الأغراض
332	14-3-2 المسجلات الخاصة
332	14-4 تجزىء الذاكرة memory segmentation
335	14-4-1 مسجل تجزىء البرامج CS

335	2-4-14 مسجل تجزئ البيانات DS
335	3-4-14 مسجل تجزئ المكسدة SS
336	4-4-14 مسجل التجزئ الإضافى ES
336	5-4-14 مسجل الأعلام SR
338	5-14 طرق العنوانه addressing modes
339	1-5-14 عنوانه المسجل
339	2-5-14 العنوانه الفوريه
340	3-5-14 العنوانه المباشرة
340	4-5-14 العنوانه غير المباشرة
341	5-5-14 عنوانه القاعده زائد الفهرسة
341	6-5-14 العنوانه النسبيه
342	6-14 تمارين

345 الفصل الخامس عشر : برمجة المعالج intel8086/8088

347	1-15 مقدمة
347	2-15 خطوات كتابه وتنفيذ برامج لغة التجميع
348	3-15 مكونات برنامج الأسمبلى
353	4-15 أوامر لغة الأسمبلى
353	5-15 مجموعة أوامر الانتقال
356	6-15 الديبجر debugger
356	1-6-15 إظهار محتويات المسجلات
357	2-6-15 عرض أوامر الأسمبلى ابتداء من عنوان معين
358	3-6-15 عرض محتويات جزء من الذاكرة
358	4-6-15 تنفيذ البرنامج حتى عنوان معين
	5-6-15 متابعة تنفيذ البرنامج عن طريق تنفيذ
359	عدد n من الخطوات
359	6-6-15 تغيير محتويات عنوان فى الذاكرة
360	7-6-15 الخروج من الديبجر
360	7-15 تمارين
361	8-15 أوامر القفز
361	1-8-15 القفز غير المشروط
361	2-8-15 القفز المشروط
363	3-8-15 الأمر Loop
364	9-15 أول خطوات التعامل مع الذاكرة

364	15-9-1 الطريقة المباشرة
364	15-9-2 الطريقة غير المباشرة
366	15-10 أوامر الحساب
374	15-11 أوامر المنطق
376	15-12 أوامر الإزاحة والدوران
383	15-13 تمارين
385	الفصل السادس عشر : مواجهة المعالج 8086/8088
387	16-1 مقدمة
387	16-2 الوظائف المختلفة لأطراف الشريحة 8086/8088
393	16-2-1 نبضات الساعة
393	16-3 عزل مسارات المعالج 8086
394	16-4 مواجهة الشريحة 8086/8088 مع الذاكرة
399	16-5 الإدخال والإخراج من وإلى المعالج 8086/8088
402	16-6 شريحة مواجهة لوحة المفاتيح القابلة للبرمجة 8279
404	16-7 المؤقت القابل للبرمجة 8254
411	16-8 الاتصالات القابلة للبرمجة 8251
413	16-9 الاتصال المباشر مع الذاكرة 8237A
414	16-10 المواجهة مع المعالجات الحاسوبية المساعدة 80x87
415	16-11 تمارين
417	الفصل السابع عشر : ثم ماذا ؟ ؟ What else ?
419	17-1 مقدمة
419	17-2 المعالج 80186
421	17-2-1 أطراف المعالج 80186
425	17-2-2 برمجة المعالج 80186
425	17-3 المعالج 80286
426	17-3-1 التركيب الهيكلي للمعالج 80286
428	17-4 المعالج 80386
428	17-4-1 التركيب الهيكلي للمعالج 80386
428	17-4-2 تنظيم الذاكرة للمعالج 80386
431	17-4-3 نظام الإدخال والإخراج في المعالج 80386
431	17-4-4 أطراف المعالج 80386
433	17-4-5 مسجلات المعالج 80386

434	Cache memory	5-17	الذاكرة المخبأة
435	80486	6-17	المعالج
436	Instruction pipelining	7-17	انسيابية الأوامر
441	Pentium Processors	8-17	سلسلة معالجات بنتيم
443	Pentium Pro Processor	9-17	المعالج بنتيم برو
445		10-17	تمارين
447			الملحق الأول : الحساب الرقمي
453			مراجع الكتاب

إهداء إلى اللغة العربية

ظلموك فقالوا إنك لست لغة علوم . . . مع أنك والله مثل
الإنجليزية والكثير من اللغات الأوربية (أربعة وعشرون حرفاً أو
تزيد قليلاً) . . . ويتكلم بك عدد لا بأس به مثلها تماماً . . . أين
أنت من اليابانية التى لها أربعة آلاف حرفاً أو تزيد . . . ولكنها
قوية بقوة أهلها . . . وعزيزة بعزتها عند أهلها . . . ولكن يكفيك
فخراً أنك لغة القرآن الكريم المحفوظ من قبل الله عز وجل . . .
وبذلك ضمنت الحفظ والصون إلى الأبد . . . كان من الممكن أن
تكونى فى عالم النسيان فى ظل عقد الخواجه التى يعيشها أبنائك
الآن لولا حفظك بالقرآن الكريم . . .

حمداً لله

عرض الكتاب

عندما ظهر الترانزيستور فى أواخر الأربعينات الميلادية أحدث ما يشبه الثورة فى مجال الإلكترونيات بحيث أنه أصبح الوحدة الأساسية لبناء أى دائرة إلكترونية. بظهور مكبر العمليات operational amplifier فى منتصف الستينات كدائرة تكاملية رخيصة التكاليف ، صغيرة الحجم ، سلبت الأضواء من الترانزيستور ودخل مكبر العمليات كوحدة أساسية جديدة فى الكثير من التطبيقات والدوائر الإلكترونية . فى منتصف السبعينات تآلق نجم الميكروبروسيسور (المعالج) وانتشر استخدامه فى الكثير من الدوائر والأنظمة الإلكترونية وأنظمة التحكم ، حتى أنك تجده الآن فى السيارة يتحكم فى الكثير من متغيراتها ، وفى الصاروخ يتحكم فى توجيهه ، وفى الميكروكومبيوتر يتحكم فى تشغيله ، بل فى لعبة الطفل يتحكم فى الكثير من أدائها .

موضوع المعالجات من الموضوعات التى يصعب جدا أن تجمع أو تنتهى فى مؤلف أو كتاب واحد يرضى جميع القراء وذلك نظرا للتشعبات الكثيرة التى يمكن أن يتشعب إليها هذا الموضوع ، وما من قارئ يقرأ كتابا فى هذا الموضوع إلا ويقول ليت المؤلف أضاف كذا وحذف كذا تبعا لنظرته واهتماماته الخاصة . هناك مثلا من القراء من يهتم بالبرمجة فقط software ولا يهتم كثيرا بموضوعات المواجهة والبناء hardware ، كما أن هناك العكس ، فمن القراء من يهتم كثيرا بالمواجهة والبناء على حساب البرمجة .

لقد راعينا فى هذا الكتاب أن يفى بقدر الإمكان باحتياجات الكثير من القراء ، فهذا الكتاب يقدم للقارئ الكثير من شرائح المعالجات الشائعة الاستخدام ذات 8 و 16 و 32 بت وذلك حتى يجد أى مستخدم لهذه الشرائح ما يفيدته وتكون الفرصة متاحة لمن يرغب فى المقارنة بين أكثر من شريحة وبشده تطور المعالجات عبر الأجيال المختلفة . يحتوى الكتاب أيضا على فصل خاص ببرمجة كل شريحة على حدة من الشرائح 8085 و Z80 و 8086 من خلال شرح ميسر وأمثلة عديدة على أوامر كل شريحة وذلك فى الفصول 4 و 5 و 15 وذلك بعد أن سبقت هذه الفصول بفصل كمقدمة عن المعالجات بصفة عامة وما هو دورها فى الميكروكومبيوتر وهو الفصل الأول ، ثم تلا ذلك فصل خاص بالتركيب الداخلى للميكروبروسيسور بصفة عامة على ضوء الوظائف المطلوبة منه وهو الفصل الثانى حيث انتهى هذا الفصل بعرض التركيب الداخلى للمعالجين 8085 و Z80 ، وبعد ذلك قدم الفصل الثالث عرضا للغات البرمجة وكيفية برمجة المعالج . كتطبيق على الفصول الخمسة الأولى من الكتاب يحتوى الفصل السادس على عملية بناء لمعالج افتراضى hypothetical من البداية (ابتداء من دائرة نصف

المجمع) ثم الارتقاء بهذه الدائرة إلى أن يتم الحصول على وحدة حساب ومنطق ثم توصيل هذه الوحدة مع مركب accumulator ثم توصيلها مع الذاكرة وعمل قائمة أوامر خاصة بهذه الوحدة لبرمجتها . بذلك ينتهى تقريبا جزء مهم من الكتاب وهو الجزء الخاص بالمقدمة وتركيب المعالجات ذات 8 بت وبرمجتها .

يبدأ بعد ذلك الفصل السابع الذى يحتوى على بعض الأساسيات التى يجب الإلمام بها قبل الدخول فى عمليات المواجهة مع المعالج ، مثل عمليات الفصل أو العزل buffering ومتى نحتاج إليها والمنطق الثلاثى أيضا ولماذا نحتاجه مع عرض لبعض الشرائح التى تستخدم فى ذلك . لمواجهة المعالج مع شرائح الذاكرة مثلا لابد من تهيئة المسارات الثلاثة (العناوين والبيانات والتحكم) والحصول عليها فى صورة مناسبة لأى عملية مواجهة ، حيث يحتوى الفصل الثامن على ذلك بالتفصيل . بعد عملية التهيئة للمسارات الثلاثة فى الفصل الثامن يقدم الفصل التاسع كيفية توصيل الذاكرة على المعالج ثم يقدم الفصل العاشر كيفية توصيل المعالج على بوابات أو منافذ الإدخال والإخراج وذلك بالطرق المختلفة . بانتهاء الفصل الحادى عشر يتم الانتهاء من دراسة الأجزاء الرئيسية اللازمة لبناء دوائر التحكم التى تستخدم المعالج ولذلك فإن الفصل الحادى عشر يقدم مثلا متكاملا جزئى البرمجة والبناء لنظام التحكم فى إشارة مرور فى تقاطع رباعى وذلك كمثال يمكن تقليده فى أى تطبيق آخر . البرمجة المتقدمة للمعالج تحتاج لبعض الموضوعات التى رأينا أن يفرد لكل منها فصل خاص بها ، من هذه الموضوعات موضوع البرامج الفرعية subroutines والذى أفرد له الفصل الثانى عشر ، ثم موضوع المقاطعة interrupt وقد خصص له الفصل الثالث عشر .

المعالجات ذات 16 بت ويمثلها المعالج intel8086 قد فرضت نفسها على السوق فترة ليست بالقليلة متمثلة فى الحاسبات XT . لذلك قد أفردنا لها أكثر من فصل ، فالفصل الرابع عشر يقدم تفاصيل التركيب الهيكلى لهذا المعالج ، والفصل الخامس عشر يقدم تفاصيل برمجة هذا المعالج حيث أن لغة التجميع لهذا المعالج تعتبر الأساس لكل المعالجات التالية . الفصل السادس عشر يقدم كيفية مواجهة هذا المعالج مع الدوائر الخارجية مثل الذاكرة وبوابات الإدخال والإخراج . وأخيرا يقدم الفصل السابع عشر فكرة مختصرة ولكننا نعتقد أنها كافية عن المعالجات 80186 و 80286 و 80386 و 80486 وكذلك عائلة معالجات بنتيم الشهيرة فى السوق هذه الأيام والتى تتوالى إصداراتها حيث نفاجا بإصدار جديد منها كل ستة شهور تقريبا .

هذا الكتاب ككتاب دراسى text book يمكن تدريسه للمبتدئين فى تعلم موضوع المعالجات على فصلين دراسيين متعاقبين (ساعتين لكل فصل أو 4 ساعات فى فصل واحد) حيث يدرس فى الفصل الدراسى الأول المقدمة والفصول الخاصة ببرمجة المعالج والمعالج الافتراضى وفصل البرامج الفرعية وكذلك مبادئ

مواجهة المعالجات والتطبيق على ذلك بدراسة فصلى المواجهة مع الذاكرة وبوابات الإدخال والإخراج . فى الفصل الدراسى الثانى يتم تدريس الفصل الخاص المقاطعة واستخدام المعالج فى عمليات التحكم المختلفة أو فى بناء نظام ميكروكمبيوتر بسيط وبعدها يتم الانتقال إلى المعالجات ذات 16 بت لدراسة تركيبها الداخلى وبرمجتها ومقارنتها بما سبقها من معالجات .

لا بد أن يصاحب هذا المقرر ساعتين للمعمل أسبوعيا يقوم الطالب فيها بتطبيق كل ما تمت دراسته من برامج أو دوائر من خلال بعض التجارب التى توضع بدقة بحيث تتابع الدراسة النظرية للموضوع وتغطى جانبى البرمجة ودوائر مواجهة المعالج .

لكى تتم الفائدة يجب أن يكون القارئ لهذا الكتاب قد درس قدرا كافيا من الإلكترونيات الرقمية ابتداء من البوابات والدوائر المنطقية ، تبسيطها وطرق بناؤها ، ودوائر الجمع adders ، والمشفرات encoders ، والمultiplexers ، ثم القلايات بأنواعها flip flops ومسجلات الإزاحة shift registers والعدادات counters بأنواعها . كذلك فإنه من الأفضل (وليس ضرورة) أن يكون القارئ قد درس مقورا عن مقدمة الحاسب وألم فيه بموضوعات الخوارزميات Algorithms وخرائط التدفق أو مخططات السير Flow charts والحلقات Loops والقفز Jump ولا يهم أن يكون ذلك بأى لغة من لغات البرمجة ذات المستوى العالى حيث يتساوى فى ذلك الباسيك أو الباسكال أو ال C . يمكن للقارئ المهتم بأى نوع من أنواع المعالجات التى تم تناولها فى هذا الكتاب أن يتتبع الدراسة والتطبيق على هذا النوع فقط دون عناء كبير ودون أن يكون مضطرا لقراءة الكثير عن المعالجات الأخرى التى لا تهمه إن أراد ذلك ، حيث قد تم مراعاة ذلك فى خلال هذا الكتاب بقدر الإمكان مع العلم أن هناك فصولا تم عرض معظمها بصورة لا تعتمد على المعالج المستخدم مثل فصول مواجهة الذاكرة والإدخال والإخراج .

من الصعوبات التى واجهتنا فى إعداد هذا الكتاب والتى من المتوقع أنها تواجه أى شخص مهتم أو حريص على نشر وترجمة العلوم باللغة العربية هى ترجمة المصطلحات العلمية فى هذا المجال . إننا نقول أنها صعوبات ليس لأن اللغة العربية عاجزة عن إيجاد لفظة عربية تودى معنى المصطلح ولكن لأن لفظ المصطلح الأجنبى قد فرض نفسه علينا نحن المشتغلين فى هذا المجال بحيث أصبح من الصعب أن نفلت منه وذلك راجع بالطبع للسبق الذى حققه الناطقون بلغة المصطلح ، ولذلك فقد حاولنا استخدام صورة المصطلح الأجنبية مكتوبة باللغة العربية والإنجليزية مع الترجمة العربية لمعنى المصطلح وذلك حتى نتيح للقارئ فرصة التعرف على المصطلح بلغته الأصلية ، فمثلا كلمة

microprocessor قد شاعت ترجمتها باللغة العربية بالمعالج الدقيق وأحيانا المعالج الصغرى ونحن استخدمنا الترجمة الأولى وفى معظم الأحيان نستخدم كلمة معالج فقط أو حتى كلمة بروسيسور أو ميكروبروسيسور كما يشيع النطق بها حتى تعم الفائدة ولا ننسى المصطلح الأجنبى .

وأخيرا وقبل أن أترك هذا المقام لأبد من تقديم كلمات شكر وعرفان لكل من ساعد ولو بالتشجيع فى إنجاز هذا الكتاب الذى أخذ الكثير من الجهد . أخص بالشكر هنا الأستاذ الدكتور فريد عبد العزيز طلبة الأستاذ بكلية الهندسة جامعة عين شمس وعميد كلية التعليم الصناعى بالقاهرة الذى تابع وراجع وأبدى الآراء الصائبة بالذات فى المراحل الأولى من الكتاب . كذلك أتوجه بالشكر إلى زملاء لى فى الكلية التقنية بريدة بالمملكة العربية السعودية كانوا وراء فكرة التفكير فى وضع هذا الكتاب باللغة العربية وأخص بالذكر منهم المهندس صالح الشبعان وآخرون كثيرون . أتوجه بالشكر أيضا إلى زميلى د. هشام عبد المنعم كشك الذى مارس تدريس هذا الكتاب وكانت له الكثير من الآراء والتوجيهات . كذلك أتوجه بالشكر إلى الكثير من الطلاب بقسم الإلكترونيات بهندسة حلوان الذين مارسوا معهم تدريس هذه المحتويات لمدة خمس سنوات وكم كنت ألتقى منهم التوجيهات والآراء الصائبة . وأخيرا أخص بالشكر والعرفان الذى لن أنساه لزوجتى وأولادى الذين صبروا على كثيرا وتحملوا منى الكثير على طول فترات انشغالى بإعداد هذا الكتاب .

إن تجربة تأليف كتاب باللغة العربية ليست بالتجربة البسيطة ولكنها تجربة صعبة تحتاج الكثير من الجهد والوقت والتشجيع وإقناع الآخرين بجدوى وفائدة الكتابة باللغة العربية فى المجالات العلمية . ومن هنا أوجه نداء إلى كل الزملاء أعضاء هيئات التدريس فى الجامعات المصرية والعربية ، إذا كان كل منا يفهم فى تخصصه ويجيده فماذا يمنعه من كتابة أفكاره بلغته الأم ؟ والله إن الفائدة لعظيمة من وراء أن يجد الطالب مرجعا باللغة العربية يتساوى مع أكبر المراجع الأجنبية فى الموضوع ، وإن ذلك من واقع تجربتى الشخصية فى هذا المجال على مدى خمس سنوات على الأقل .

المؤلف